

双色图解

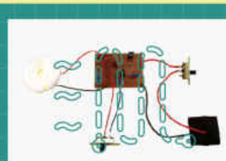
创客
80例玩转
趣味电子小制作

更多改变生活
的奇思妙想
等你实现!

张晓东 著







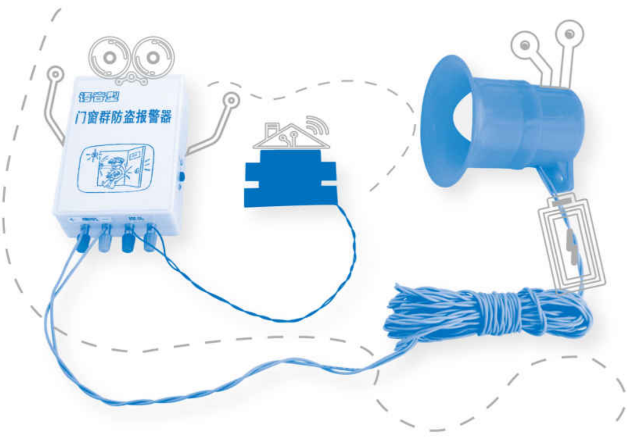
化学工业出版社

VISIT...

LANZAROTE Caliente.com

创客
80例玩转
趣味电子小制作

张晓东 著



化学工业出版社
·北京·

本书通过大量生动有趣、涉及日常生活多个领域的实用创意电子制作项目，系统讲解了电子制作必备的基本知识和技能，是专为电子爱好者量身打造的入门宝典。

本书共分8章，第1章全方位展示了10个新颖电子小作品的创意缘起、电路工作原理、详细取材和制作流程、应用情形等，形象生动地“手把手”指导初学者一步一步完成入门作品。第2～8章分别介绍了方便生活类制作、美化生活类制作、娱乐玩具类制作、安全防范类制作、健康助手类制作、节能环保类制作、其他电子制作及实例，帮助读者在入门的基础上，设计具体的制作步骤及流程，同时灵活设计和选择外壳等，将自己的智慧融入制作的每一个环节，打造出独一无二的作品。

本书内容丰富实用，图文并茂，既可供广大电子爱好者、青少年学生等自学使用，也可作为中小学、大专、职业院校、培训学校等相关专业的教材或参考书。

书名：创客：80例玩转趣味电子小制作

作者：张晓东著

CIP号：第037990号

ISBN：978-7-122-31577-9

责任编辑：耍利娜

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 100011）

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网址：http://www.cip.com.cn

版权所有　违者必究

前言

时代的进步与发展赋予了电子爱好者一个全新而又时髦的新名称——“电子创客”。何为“创客”？创客一词来源于英文单词Maker，仅从字面上翻译，创客就是做东西的人，泛指出于兴趣与爱好，努力把各种创意转变为现实的人。实际上，创客没有年龄限制，没有知识储备的局限，任何对科学、对制作充满兴趣的人都可以成为创客。创客的标准定义其实是未经最终确认的，有着多元化的理解，中国创客不仅包括“硬件再发明”的科技达人，还包括软件开发者、艺术家、设计师等诸多领域的优秀代表。

本书紧扣“学•做•用”主题，系统向读者传授了电子制作必备的基本知识和技能，讲解了大量生动有趣、涉及日常生活及各个领域的实用创意电子制作项目，是专为初学电子技术和制作的“发烧友”量身打造的入门宝典，并争取达到“举一反三、触类旁通、开拓创新”的效果。本书具有“图文并茂，文字精练，形象直观，易看易懂，深入浅出，实用性强”的特色，真正起到“手把手”教读者轻轻松松步入“电子创客”行列的作用。

本书共分8章，第1章“手把手教你学制作”，通过“数码照片+普通绘图+文字介绍=详细的制作实例演示”，全方位展示了10个新颖电子小作品的创意缘起、电路工作原理、详细取材和制作流程、应用情形等，形象生动地“手把手”指导初学者，无论在家里还是在学校“第二课堂”　“创客活动室”，都可轻轻松松地“照葫芦画瓢”，一步一步地完成自己的第一件入门作品。这部分内容是本书的特色所在，也是吸引读者的一大亮点。随后，根

据读者已做成功的实际电子作品，以“既动手，又动脑”为目的，分章节（第2章至第8章）介绍了“方便生活类制作”“美化生活类制作”“娱乐玩具类制作”“安全防范类制作”“健康助手类制作”“节能环保类制作”“其他电子制作”及实例。这些实例省略了具体的制作方案介绍和流程图示，其目的是希望读者在熟悉和掌握第1章入门制作技巧的基础上，能够根据个人实际情况和条件，边看作者提供的简单方案和说明，边自行设计具体的制作步骤及流程，同时灵活设计和选择外壳等，将自己的聪明才智和灵感，融入制作的每一个环节，打造出独一无二、出自个人之手的得意作品。

本书由张晓东著，参与资料整理等工作的人员还有张汉林、苟淑珍、李凤、张亚东、陈丽琼、陈令飞、张海棠、丁正梁、张海玮、张爱迪、陈新宇等。

本书所介绍的制作实例基本上全是作者近30年来的个人创作作品，部分作品曾在《无线电》《电子世界》《家用电器》《电气时代》《现代通信》《中国电子报》《北京电子报》《电子报》等报刊发表，受到读者广泛欢迎，并被有些厂家直接采用开发出了新产品。

最后，我要以自己的切身感受告诉亲爱的读者：从电子爱好者到电子创客是一个质的升华！电子创客是用行动做出来的，“重学习，重思考，重动手，重实践，重创新，重协作，重应用，重分享”是电子创客的基本素养。时代呼唤电子创客，时代造就电子创客！电子创客就在我们的身边，下一个成功的电子创客就是你！

由于时间和水平有限，书中难免存在不妥之处，望广大读者批评指正。

张晓东

目录

第1章　电子制作入门
1.1　电子玩具——“斗蟋蟀”
1.2　趣味激光枪打靶游戏器
1.3　有趣的天亮报晓“金鸡”
1.4　会说话的“金猪”储钱罐
1.5　便携式电子驱蚊器
1.6　自动太阳能风扇凉帽
1.7　太阳能庭院灯
1.8　创意感应式小夜灯
1.9　小小多用报警卡
1.10　语音型门窗群防盗报警器
第2章　方便生活类制作
2.1　小学生起床唤醒器
2.2　敲击式语音门铃
2.3　区分客人与家人的门铃
2.4　来客访问的静音装置
2.5　家庭留言盒
2.6　多功能钟控语音提醒器
2.7　书柜自动照明灯
2.8　“一拍亮”延时小夜灯
2.9　门控照明电灯
2.10　无线电遥控窗帘装置
第3章　美化生活类制作
3.1　闪光塑料盆花
3.2　双色鱼缸灯
3.3　声光“圣诞树”
3.4　迎宾型语音门铃
3.5　会迎客的“鹦鹉”
3.6　会“说话”的礼品盒
3.7　音乐型照明灯
3.8　双色音乐彩灯
3.9　七彩循环装饰灯
3.10　车辆礼貌叫让路喇叭
第4章　娱乐玩具类制作
4.1　节日音乐灯笼

4.2 会唱歌的“美猴王”头饰
4.3 声控音乐“圣诞老人”
4.4 能哭会笑的“娃娃”
4.5 “黑白猪”跷跷板
4.6 “兔唱歌”游戏器
4.7 “探雷”游戏器
4.8 “虎口拔牙”游戏器
4.9 能学舌的“鹦鹉”
4.10 变音调频无线话筒
第5章 安全防范类制作
5.1 水开报知器
5.2 煤气炉熄火报警器
5.3 幼童“语音身份证”
5.4 出门语音提醒器
5.5 “楔子”式房门报警器
5.6 储藏室门被撬报警器
5.7 “一碰即响”的防盗器
5.8 防盗“电子狗”
5.9 语音报警式密码电子锁
5.10 四路无线电传输防盗报警器
第6章 健康助手类制作
6.1 人体疲劳测试器
6.2 “雨滴声”催眠器
6.3 宝宝尿床、踢被告知器
6.4 小学生测光文具盒
6.5 语音劝诫烟灰缸
6.6 按时服药提醒器
6.7 半导体制冷降温头带
6.8 食品腐烂检测器
6.9 蚊虫克星——电蚊拍
6.10 小型消毒液发生器
第7章 节能环保类制作
7.1 电动玩具车延时开关
7.2 收音机延时开关
7.3 电子“蜡烛”
7.4 电子“爆竹”
7.5 LED手电筒
7.6 微型太阳能收音机
7.7 太阳能充电器
7.8 太阳能热水器水满告知器

7.9　电冰箱门忘关告知器
7.10　节电延寿电烙铁
第8章　其他电子制作
8.1　电子水平仪
8.2　低电压测电笔
8.3　油印机自动计页器
8.4　简易西瓜探熟器
8.5　盆花缺水告知器
8.6　水池自动加水装置
8.7　奇特的电子驱鼠器
8.8　拥军乐曲光荣灯笼
8.9　老人多用途报警手杖

第 1 章

电子制作入门

本章介绍的10个电子制作实例，全方位展示了作品的创意缘起、电路工作原理、详细取材、制作流程和应用情形等，是对电子制作全过程的完整演示，通过系列真实数码照片形象生动地“手把手”指导初学者，无论在家里还是在学校“第二课堂”“创客活动室”，都可“照葫芦画瓢”，一步一步地完成自己的第一件作品，从而轻轻松松地步入神奇美妙的电子制作之门。

1.1 电子玩具——“斗蟋蟀”

1.2 趣味激光枪打靶游戏器

1.3 有趣的天亮报晓“金鸡”

1.4 会说话的“金猪”储钱罐

1.5 便携式电子驱蚊器

1.6 自动太阳能风扇凉帽

1.7 太阳能庭院灯

1.8 创意感应式小夜灯

1.9 小小多用报警卡

1.10 语音型门窗群防盗报警器

1.1　电子玩具——“斗蟋蟀”

蟋蟀（也叫蛐蛐儿、促织）是秋天乡间的宠儿，它曾给许多人的童年带来过不少乐趣。如今，生活在大都市里的人们难得见到蟋蟀，这不能不说是一件憾事。何不动手制作一个如图1-1所示的电子“斗蟋蟀”玩具呢？它设计巧妙，造型逼真，可达到以假乱真的效果。



图1-1　“斗蟋蟀”实物外形图

每当打开这种玩具的盒盖时，一对酷似斗架的“蟋蟀”便晃动着发出动听的“唧唧——唧唧唧”叫声来，有声有形，栩栩如生；闭眼聆听仿佛置身于乡间田园，给人以无限的遐想，真是美妙有趣。

1.1.1　工作原理

“斗蟋蟀”的电路如图1-2所示，其核心元件是模拟声集成电路A。光敏电阻器RL用于控制电路工作与否；压电陶瓷片B用作电声转换，它能将

A输出的电信号直接转换成为模拟蟋蟀叫声。

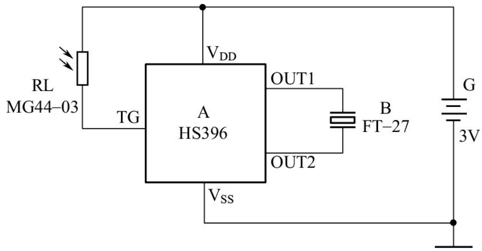


图1-2 “斗蟋蟀”电路图

平时，关闭着的玩具盒使光敏电阻器RL无法感受到外界自然光线，所以RL呈高电阻值，模拟声集成电路A的高电平触发端TG处于低电平（$< V_{DD}/2$），A内部电路不工作，压电陶瓷片B无声。当打开玩具盒盖时，光敏电阻器RL受到外界自然光线照射而变为低电阻，模拟声集成电路A的TG端获得高电平（$\geq V_{DD}/2$），其输出端OUT1、OUT2反复输出内储的模拟蟋蟀叫声电信号，推动压电陶瓷片B不停地发出清脆逼真的蟋蟀叫声来，直到关闭玩具盒盖为止。

1.1.2 元器件选择

本制作仅用了4种电子元器件，为了方便初学者认识选购，特给出它们的实物外形，如图1-3所示。

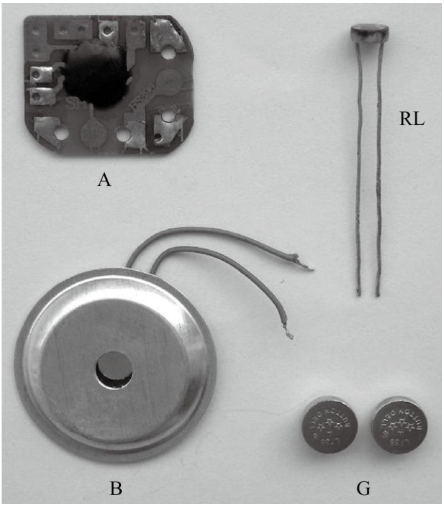


图1-3　“斗蟋蟀”所用元器件实物外形图

A选用HS396型模拟蟋蟀鸣叫声专用集成电路，它采用黑胶封装形式制作在尺寸仅为23mm×19mm的小印制电路板上（俗称软包封装），并设计有直接焊接金属电池夹、固定两粒串联的AG3型扣式氧化银电池的位置，使用很方便。HS396的主要参数：工作电压范围2.4～3.6V，典型值为3V；触发电压（正脉冲或高电平有效）≥V_{DD}/2，触发电流≤70μA；音频输出电流最大可达3mA，静态总耗电流≤1μA；工作温度范围-10～60℃。

RL宜选用MG44-03型塑料树脂封装光敏电阻器。这种光敏电阻器的管芯由陶瓷基片构成，在上面涂有硫化镉多晶体并经烧结制成，由于管芯怕潮湿，所以在其表面涂上了一层防潮树脂。该封装结构的光敏电阻器，因为不带外壳，所以称之为非密封型结构光敏电阻器，它的受光面就是其顶部有曲线花纹的端面。RL也可用其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的普通光

敏电阻器来代替。

B最好采用带有金属助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖）的FT-27或HTD27A-1型（φ27mm）压电陶瓷片，以增大发音量。带有塑料助声腔盖的压电陶瓷片虽然也能用，但实践证明发声没有金属助声腔盖的响亮。这种带金属助声腔盖的压电陶瓷片，也可拆自用过的音乐贺年卡。

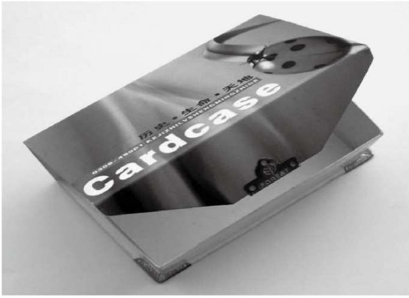
G采用两粒AG3（φ7.9mm×3.6mm）或SR41、L736、XY-03型扣式氧化银电池串联而成，电压3V。因整个电路平时耗电甚微（实测<3μA），故不必设电源开关。

1.1.3　动手制作

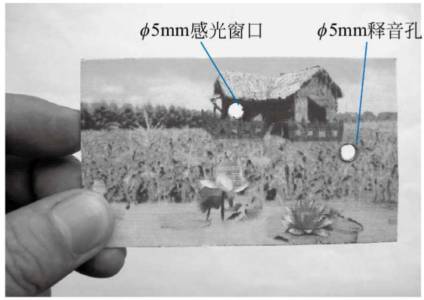
制作可分为选配合适的不透光外壳及图卡、购配一对斗架的小“蟋蟀”、焊接并组装电路三步来进行。

第一步，选配合适的外壳和图卡

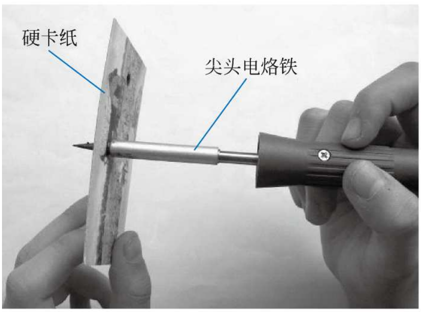
首先，找一体积合适的精美外壳，要求不透光。笔者选用了如图1-4（a）所示的硬卡纸制成的精美名片空盒，其外形尺寸为100mm×60mm×32mm，正好满足使用要求。然后，按图1-4（b）所示，配上一张名片大小（尺寸约为92mm×55mm）、带有田园风光图案的硬卡纸，作为固定安装电路的基板，要求硬卡纸能平放进盒子中去，并且在它上面适当位置处（图案正面靠上边中点、靠右边中点各15mm处），预先开出两个φ5mm的小孔，分别作为光敏电阻器RL的感光窗口和压电陶瓷片B的释音孔。



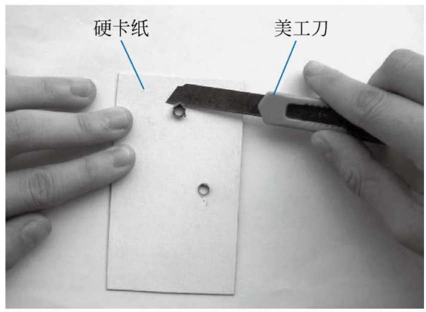
(a) 精美“名片”盒



(b) 带图案的硬卡纸



(c) 在硬卡纸上烫钻小孔



(d) 用美工刀切割毛边

图1-4　安装盒的选配

实践证明，在硬卡纸上用电钻打小孔容易起毛刺，用小刀开圆孔又不规则。笔者试用尖头电烙铁连烫带钻开孔，具体操作方法如图1-4（c）所示，要点是一边用烙铁头扎小孔、一边来回旋转电烙铁，开孔效果不错，其方法简单便捷，特推荐给读者。操作时注意，电烙铁温度不要太高（可拔掉插头用余热），烙铁头在硬卡纸上停留的时间也不要太长，以免点燃或焦化硬卡纸。钻好的小孔，在背面存在有毛边，可按图1-4（d）所示用刀口锋利的美工刀（或刮胡须用的刀片）切割平整。

第二步，购配一对斗架的小“蟋蟀”

首先，如图1-5（a）所示，从工艺品商店买来一对身长约35mm，采用硬塑料压形、外涂金色、肚下粘有一片绿叶的漂亮仿真小蟋蟀，并各配上如图1-5（b）所示的ϕ 8mm×12mm软弹簧。

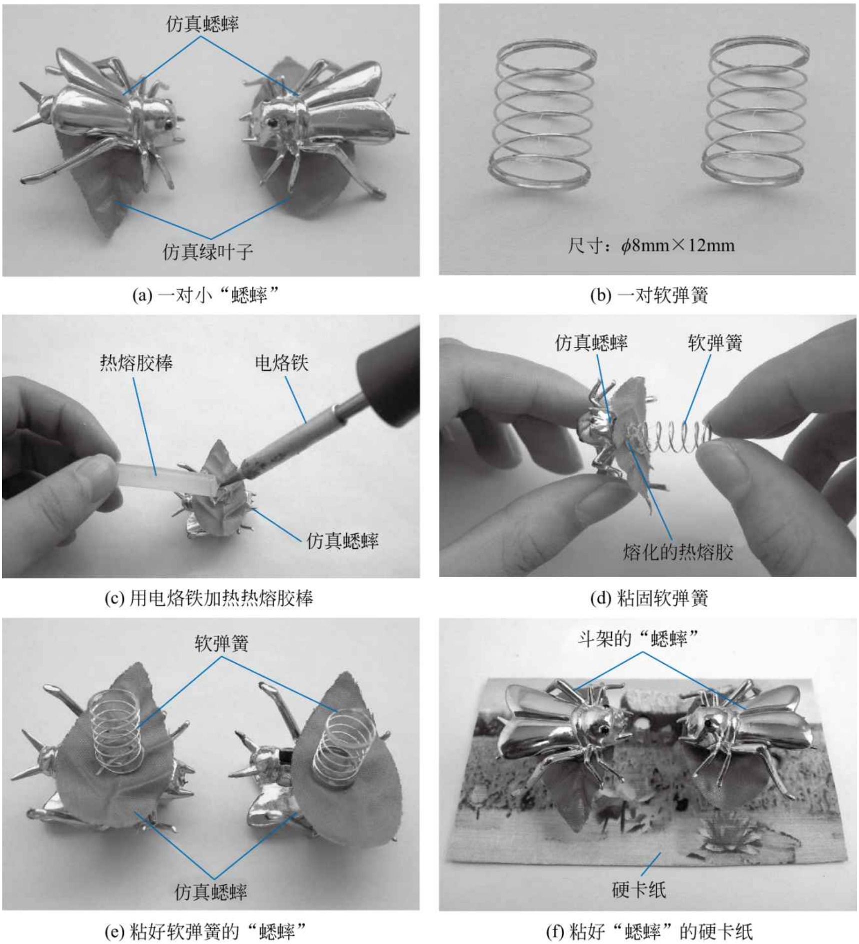


图1-5　斗架“蟋蟀”的装配

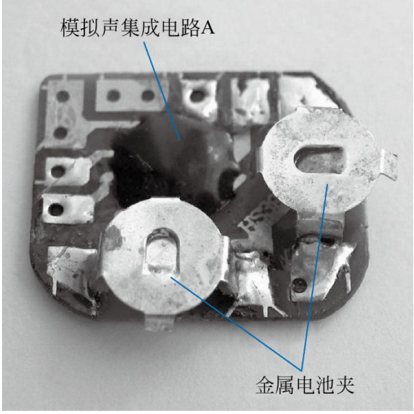
然后，按照图1-5（c）所示，采用电烙铁加热熔化热熔胶棒（一般

五金商店均可买到）的方法，在“蟋蟀”肚子底下的绿叶中间位置处滴上适量热熔胶，趁尚未冷却凝固，按照图1-5（d）所示快速将软弹簧一端粘上去。如果热熔胶冷却后，发现软弹簧没有粘牢或粘端正，可用电烙铁加热熔胶进行纠正。粘好软弹簧的“蟋蟀”如图1-5（e）所示。

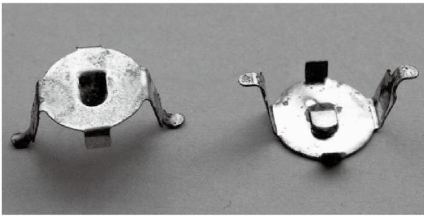
接下来如法炮制，按照图1-5（f）所示将一对“蟋蟀”所粘软弹簧的另一端，用热熔胶粘固在名片状硬卡纸有图案的一面，要求“蟋蟀”面对着面，间距约为15mm，这样抖动一下硬卡纸，一对“蟋蟀”就会晃动起来，就像在斗架。

第三步，焊接并组装电路

首先，在模拟声集成电路A的基板上按图1-6（a）所示焊接如图1-6（b）所示的两个相同金属电池夹。电池夹可拆自废旧音乐贺年卡，也可按图1-7给定的尺寸用薄铁片或磷铜片加工制成，共需两个。



(a) 焊在基板上的电池夹



(b) 金属电池夹外形图

图1-6　电池夹的装配

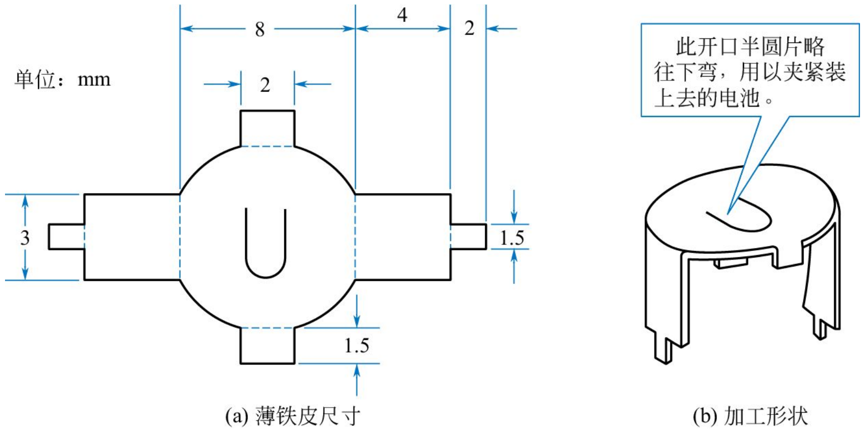


图1-7　自制电池夹示意图

然后，按照图1-8所示，采用电烙铁加热熔化热熔胶棒的简便方法，将模拟声集成电路A粘贴在名片状硬卡纸背面偏右下角的位置处，将光敏电阻器RL和压电陶瓷片B分别粘固在硬卡纸背面所预开的对应小孔位置处，注意光敏电阻器RL的感光面应刚好伸出硬卡纸上所开出的感光窗口，压电陶瓷片B的共振腔口应正好对着硬卡纸上所开出的释音孔。

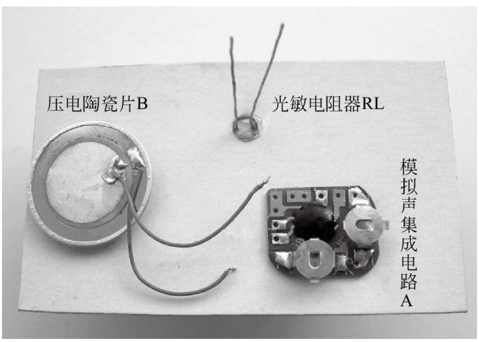


图1-8　在硬卡纸背面粘固元器件

接下来，按照图1-9所示的“斗蟋蟀”电路接线图，将光敏电阻器RL、压电陶瓷片B和模拟声集成电路A三者通过引脚（线）连接起来，其焊接好的实物如图1-10所示。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部的CMOS集成电路！

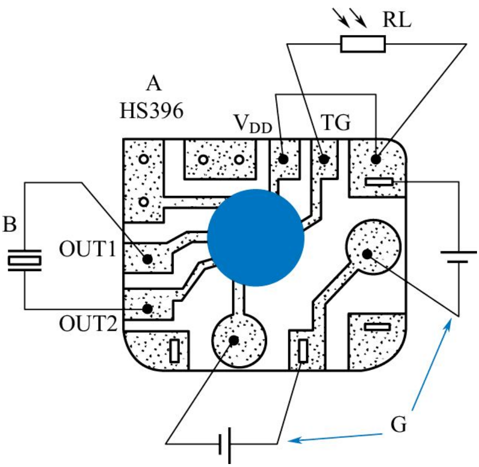
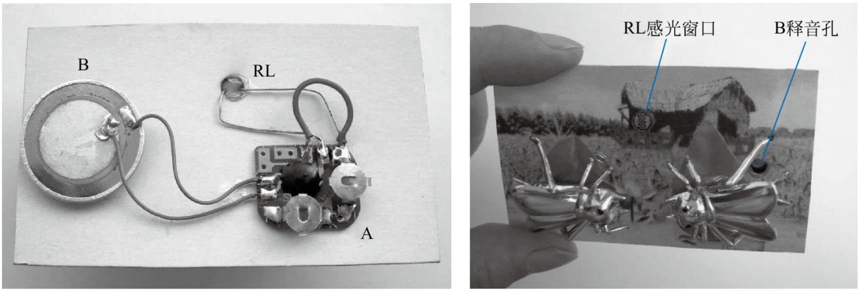


图1-9　“斗蟋蟀”电路接线图



(a) 硬卡纸背面　　(b) 硬卡纸正面

图1-10　焊接好的电路

焊接好的电路只要元器件质量有保证，经检查接线没有错误后，便

可通电试验了。具体做法：给图1-10中的模拟声集成电路A装上两粒AG3型扣式氧化银电池（注意：两粒电池的负极均与电路板上的铜箔相接触、正极均与金属电池夹相接触），在室内自然光照环境下，压电陶瓷片B会反复发出“唧唧——唧唧唧”的叫声。将整个电路按图1-1所示装入盒子内，并合上盖子，“蟋蟀”叫声即会自动停止。至此，一件出自你个人之手的趣味电子小玩具，终于大功告成了。

1.1.4　投入使用

每当有人在光亮的环境下打开“斗蟋蟀”玩具的盒盖时，随着盒盖被打开，便会看到晃动着的“蟋蟀”，好似在斗架，同时会听见逼真的“唧唧——唧唧唧”模拟蟋蟀叫声；关闭盒盖，“蟋蟀”叫声即自动停止。

由于整个装置平时静态电流实测仅3μA，工作时最大不超过1mA，故用电很节省。当发现蟋蟀叫声变调且声音轻时，说明电池电量即将耗尽，应及时更换相同规格的电池。

1.1.5　制作延伸

（1）芯片代换

读者如果购买不到HS396型模拟蟋蟀鸣叫声专用集成电路，也可用其他同类模拟声集成电路来直接代换。一般来讲，这类集成电路的内部电路几乎是一样的，所不同的是各生产厂家或订货商采用了不同的小印制电路板或标上了属于自己企业的型号。读者只要分清楚这类集成电路的电源

正极（V_{DD} 端）、电源负极（V_{SS} 端）、高电平触发端TG和音频输出端OUT1、OUT2（有时无该脚，直接与V_{SS} 共用），不管型号、外形如何，均可直接接入电路代替HS396型模拟声集成电路。图1-11给出了采用HL9300E型模拟蟋蟀鸣叫声专用集成电路的接线图；图1-12给出了采用KD-56018型模拟蟋蟀鸣叫声专用集成电路的接线图，其中，C为外接振荡电容器，采用CD11-10V型电解电容器即可。

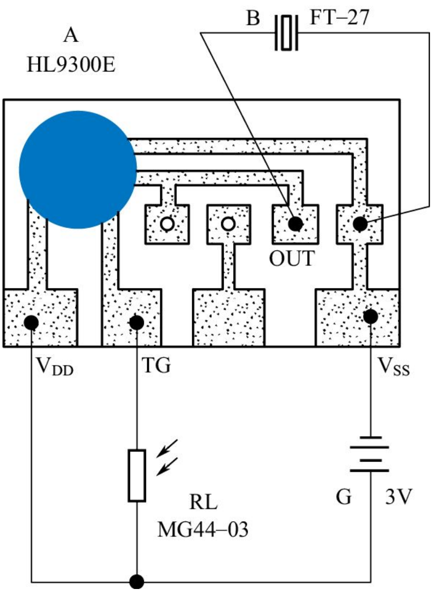


图1-11　HL9300E集成电路接线图

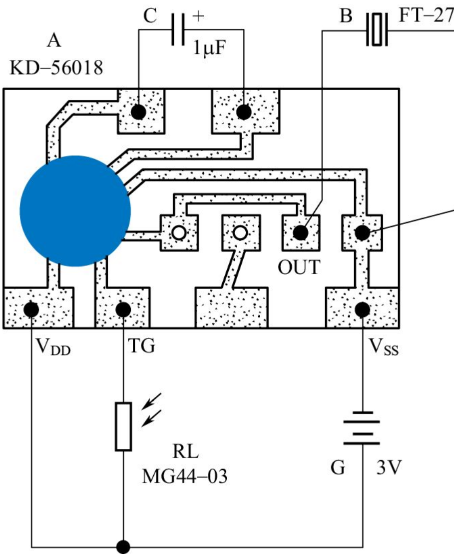
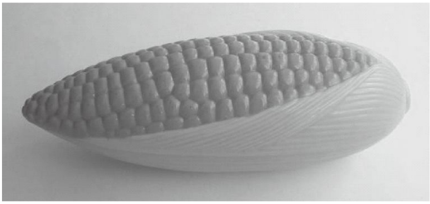


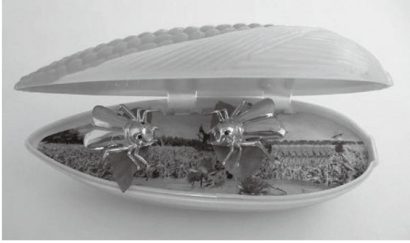
图1-12　KD-56018集成电路接线图

（2）外壳美化

本制作的外壳除了选用前面所介绍的方形硬纸盒外，还可采用其他不透光的塑料工艺品或玩具小盒。例如，读者如果能够购买到一种玉米或花生造型的漂亮塑料小盒（一般眼镜店就有这样的空盒出售，价格5～10元），用作外壳制作出来的“斗蟋蟀”玩具就更具有特色和品位，如图1-13所示就是其实物效果照片。



(a) 玉米造型塑料外壳



(b) 制成的“斗蟋蟀”玩具

图1-13　外壳更漂亮的“斗蟋蟀”玩具

（3）另类用法

这个制作除了采用前面所介绍的专门的盒子外，还可以不用外壳，直接将安装有“蟋蟀”及电路机芯的底卡放在抽屉或橱子里，当打开抽屉或橱门，便会听到模拟蟋蟀声，看到两只栩栩如生的斗架“蟋蟀”。

1.2　趣味激光枪打靶游戏器

动手做一台能够在家里玩的激光枪打靶游戏器，一定会博得孩子，尤其是喜欢射击的小男孩的欢心。

激光枪打靶游戏器的外形如图1-14所示，将市售的一只活泼可爱的卡通造型“小老虎”、一把带有可发射红色激光射线的声光玩具手枪，与自制的“电子靶”巧妙地组合起来，就构成了一套十分有趣、别具特色的打靶游戏器。



图1-14　激光枪打靶游戏器外形图

每当有人用玩具手枪发射出的红色激光束射中“小老虎”看管的“电子靶”的靶中央时，“小老虎”会奏响一曲世界名曲，以示“中靶”祝贺。在节假日里，全家老少在一起玩耍，比一比谁打靶准而快，多么快乐。

1.2.1　工作原理

激光枪打靶游戏器由“小老虎”看管的“电子靶”和激光玩具手枪两大部分构成。“电子靶”的电路如图1-15所示。光敏电阻器RL与电阻器R1组成光控触发电路；十二曲音乐集成电路A与外围元器件组成音响发生器。其中，R2、C分别为十二曲音乐集成电路A的外接振荡电阻器和电容器，其阻值大小影响音乐声的速度和音调；VT为功率放大晶体三极管；B为扬声器；整个电路由电池G供电。

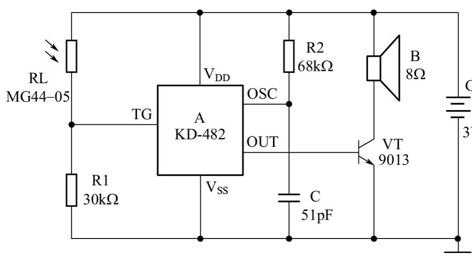


图1-15　“电子靶”的电路图

平时，光敏电阻器RL呈较高电阻状态，它跟电阻器R1串联后对电池G产生的分压远大于R1两端的分压，使得十二曲音乐集成电路A的正脉冲触发端TG处于低电平（$<V_{DD}/2$），集成电路内部电路不工作，晶体三

极管VT截止，扬声器B无声。此时整个电路耗电甚微，实测仅数十微安，这也是电路未设置电源开关的原因。

当光敏电阻器RL被激光枪射中时，强烈的激光束使其阻值瞬间变小，导致其两端电压显著降低，而电阻器R1两端的电压显著升高，使得十二曲音乐集成电路A的触发端TG获得正脉冲（$\geq V_{DD}/2$），触发集成电路内部电路工作，即从输出端OUT输出一曲长达6～24s的世界名曲主旋律电信号，经晶体三极管VT功率放大后，触发扬声器B发出优美动听的乐曲。放音结束后，电路恢复静止状态，这时便可进行第二次射击了。

发射红色激光束的市售声光玩具手枪（简称“激光枪”），其内部电路大致如图1-16所示。它由红色激光发射头（包括光学透镜、激光二极管、限流电阻器或恒流电路等）、模拟声电路、同步闪光电路三部分组成。每当扣动枪扳机时，自复位开关SB接通，在红色激光发射头通电向外发射出波长为630～680nm（读作“纳米”或“毫微米”）、输出功率不超过3mW的红色可见激光束的同时，模拟声集成电路和扬声器等构成的音响电路发出模拟枪炮声和冲锋战士的呼喊声，小电珠H则发出同步闪烁光，有的电路还接有直流小电动机M，以带动枪栓等动作，从而产生集激光瞄准、声音、同步闪光、动作等为一体的逼真“开枪”效果。由于该玩具手枪是购买的市售产品，因此仅对其电路特点做简要说明。

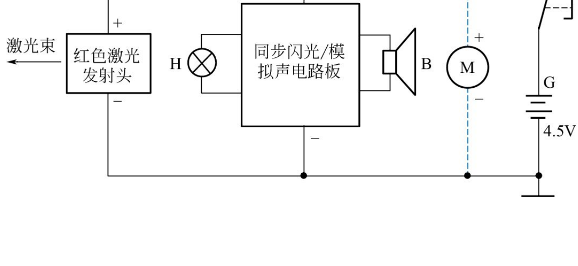


图1-16　“激光枪”基本电路图

1.2.2　元器件选择

制作“电子靶”所用的元器件实物集体照如图1-17所示，购买费用一般不超过8元。

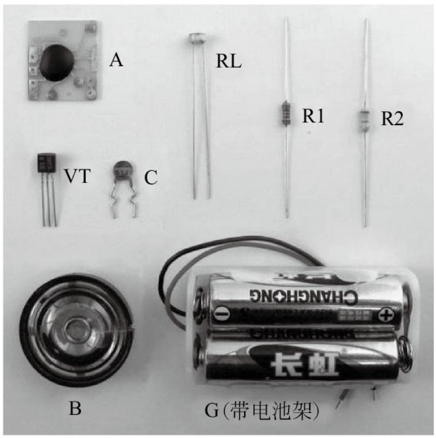


图1-17　“电子靶”所用元器件实物外形图

A选用KD-482型十二曲音乐集成电路，它采用黑膏封装在一块尺寸仅为20.5mm×18mm的小印制电路板上，并留有外围元器件焊接插孔，使用很方便。KD-482的主要参数：典型工作电压3V，音频输出电流≤2mA，静态总电流＜2μA，工作温度范围-10～60℃。KD-482也可用ML-03、CW2850-12K等十二曲音乐集成电路芯片来直接代换，只是芯片接法略有不同，但外围元件及参数均不需要改动。

如果手头暂无十二曲音乐集成电路，也可用常见的单曲音乐集成电

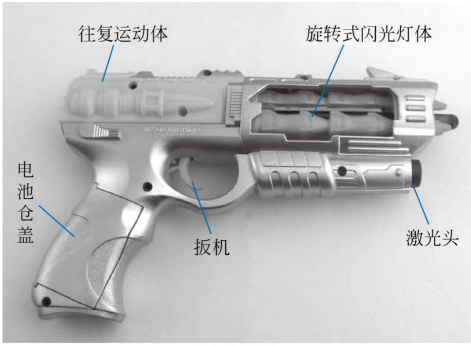
路来代替，只是所产生的乐曲易使人产生单调感。代换时注意：读者只要有音乐集成电路，一般来讲不论型号、外形如何，只要分清楚电源正极（V_{DD} 端）、电源负极（V_{SS} 端）、外接振荡电阻器和电容器的公共接线端OSC（由于大部分单曲音乐集成电路不需要外接振荡电阻器和电容器，所以也就没有该接线端）、音频输出端OUT（接功率放大晶体三极管的基极）和高电平触发端TG，均可直接接入电路代换十二曲音乐集成电路。

晶体管VT可用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。

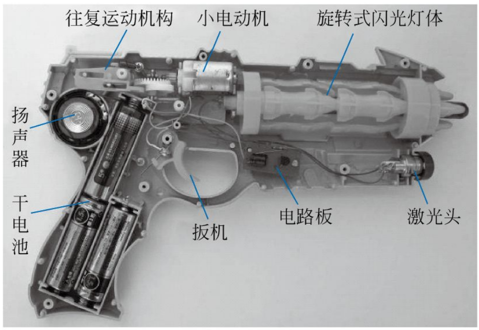
RL宜选用MG44-05型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻≤20kΩ（在100lx的光照度下测试）、暗阻≥5MΩ的普通光敏电阻器来直接代替。R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CC1型瓷介电容器。

B用φ 29mm×9mm、8Ω、0.25W微型动圈式扬声器。G用两节5号干电池串联（配带塑料电池架）而成，电压3V。

可发射红色激光射线的声光玩具手枪，参考图1-18所示的实物照进行选购。笔者专门调查了一下市场，现在这类玩具手枪外形种类很多，但内部电路几乎完全一样，每把售价在10～20元。由于一般红色激光发射头的工作电压必须大于3V，所以这类玩具手枪有一个共同特点，那就是它们均使用3节5号（或7号）干电池串联（4.5V）供电。而普通的音乐玩具手枪一般多采用两节干电池（3V）供电。



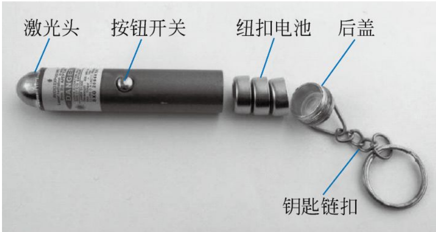
(a) 外形图



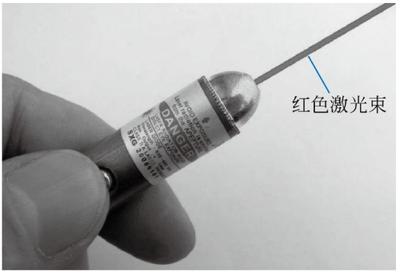
(b) 外部图

图1-18　一种带激光头的玩具手枪

读者如果一时购买不到合适的玩具手枪，不妨购买一把如图1-19所示的只有数元钱的普通“激光笔”来代用，效果不错。如果读者有更大的兴趣，不妨购买一把三节干电池供电的普通声光玩具枪，并参考如图1-16所示的电路和如图1-18所示的结构图，将激光笔的发射头拆下来，加装到普通声光玩具枪的枪头部位，即可制成所需要的玩具手枪。这里要特别强调的是，请不要用激光束正对着自己或者他人的眼睛，以免造成伤害！



(a) 外形图



(b) 使用图

图1-19　市售“激光笔”

1.2.3　动手制作

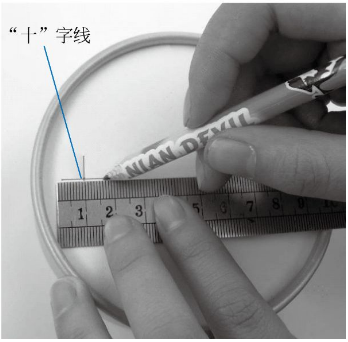
由于“激光枪”直接采用了市售声光玩具手枪，所以整个打靶游戏器的制作，实际上只是“电子靶”部分的制作，其具体制作过程可分以下四个步骤来完成。

第一步，选配“小老虎”与底座盒

首先，按照图1-20（a）所示，选购一个大小合适（最宽处以15cm左右、身高以18cm左右为宜）、卡通造型漂亮的毛绒玩具“小老虎”，并配套一个直径约14cm、高度在4.5cm左右（最低不能小于2cm）的圆形硬纸盒盖或塑料广口瓶盖，作为安装电路和固定摆放“小老虎”的底座盒。笔者采用去掉上盖的“中秋节”装过单个月饼的精美圆形硬纸盒作底座盒，效果非常理想。



(a) 配套外观

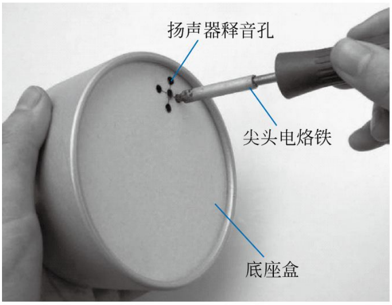


(b) 画“十”字线

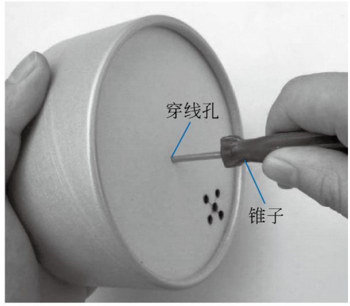
图1-20

然后，按照图1-20（b）所示，用直尺和铅笔在底座盒靠边处画出两条中点相交、长度为1.6cm的“十”字线；按照图1-20（c）所示，用圆形尖头电烙铁在“十”字线的4个端头和中心相交点处各烫出一个φ 5mm的小圆孔，作为扬声器B的释音孔。其操作要领是，一边用电烙铁头扎小孔、一边来回旋转电烙铁。电烙铁温度不可太高，烙铁头在纸盒上停留的时间也不能太长，以免点燃或焦化有用部分。烫好释音孔后，还应用刀口锋利的刮胡刀片或美工刀修平整孔口沿，尤其是盒内孔沿一定要修平整，不允许有任何的凸起或毛刺。

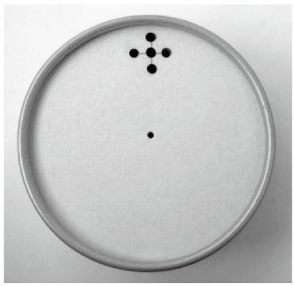
最后，按照图1-20（d）所示，在底座盒中心位置用锥子扎出一个φ 2mm的小孔，作为光敏电阻器RL的引线穿孔。



(c) 烫释音孔



(d) 扎穿线孔



(e) 开好的孔

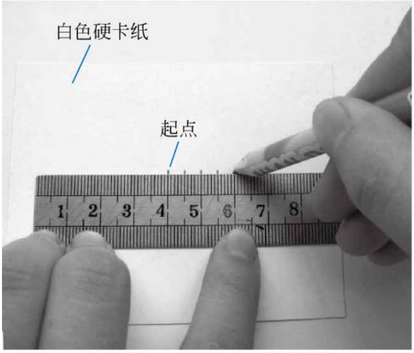
图1-20　选配“小老虎”与底座盒

这里要强调的是：扬声器释音孔不可用锥子扎，因为这将会造成孔口沿凸起变形并出现毛刺，既不美观又会顶住扬声器的发音振动盆膜，造成扬声器放音声小且沙哑。如果采用的是塑料底座盒，还可用电钻打孔。在纸质底座盒上用电钻打孔，由于纸盒强度不是太好，容易弄破纸盒并会使孔口出现许多毛刺。用电烙铁在纸盒上开孔是笔者反复实践所得，简便易行，效果不错，在业余制作时值得推广。

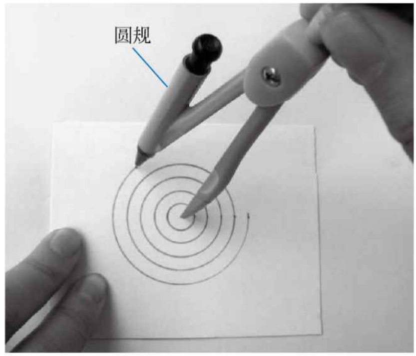
第二步，制作“靶子”

具体可按图1-21所示给出的流程图进行制作。首先，选一张

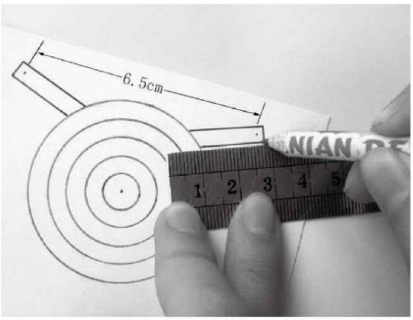
10cm×8cm见方的白色硬卡纸，按照图1-21（a）所示，在硬卡纸上面用直尺和铅笔以纸中心为起点，朝任一方向每隔0.5cm标出一个点，共6个等距点；按图1-21（b）所示，以中心起点为圆心、以其他各点为动点，画出5个同心圆；按图1-21（c）所示，根据所购卡通“小老虎”“双手”拿持“靶子”的理想距离（图中取6.5cm），用直尺和铅笔画出“靶子”的两个“手把”。



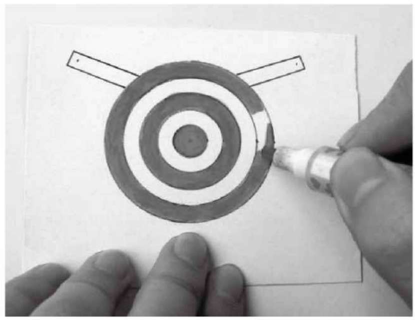
(a) 标黑点



(b) 画圆线



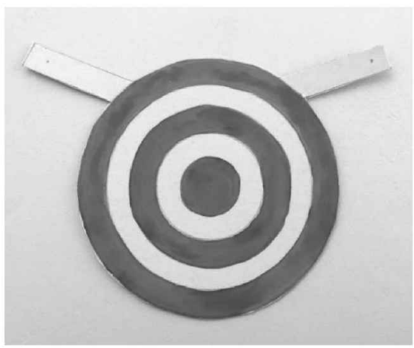
(c) 画“手把”



(d) 涂色环



(e) 剪“靶子”



(f) 完成图

图1-21　制作“靶子”

接下来，按照图1-21（d）所示，从所画同心圆的里圈开始，采用

红色画笔将“靶子”涂成红、白相间的“靶环”；按图1-21（e）所示，用剪刀剪掉多余的硬卡纸，即制成如图1-21（f）所示的“靶子”。

第三步，焊接与调试

整个电路按图1-22所示给出的接线图，以十二曲音乐集成电路A的芯片为基板进行焊接，不必另外再设计制作印制电路板。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路。焊接好的实物接线如图1-23所示。

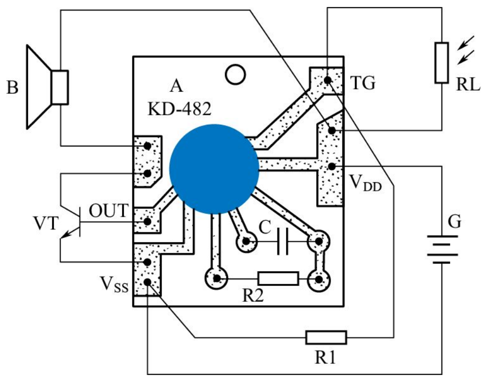


图1-22 “电子靶”电路接线图

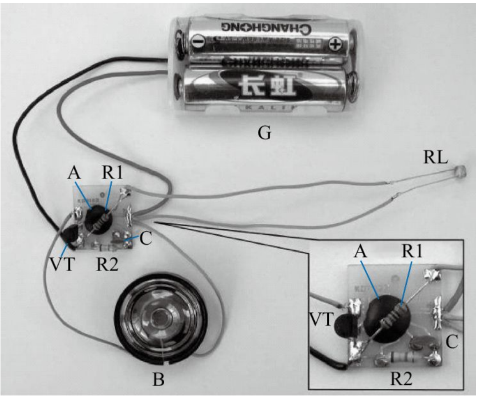


图1-23　焊接好的实物接线

焊接好的电路，在室内正常光亮下（指太阳光不直射光敏电阻器RL），往电池架装好电池，电路即通电由扬声器B自动播出一首乐曲，然后自动停止发声。这时每用声光玩具手枪发射的激光束照射一下光敏电阻器RL，扬声器B即会播出一首乐曲。

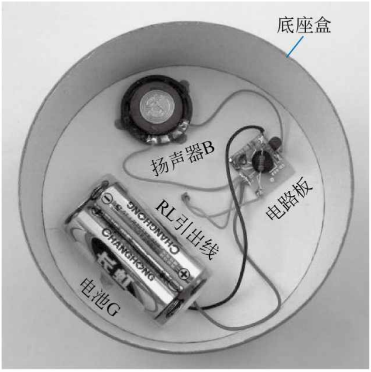
如果接通电源后扬声器B奏乐一曲接着一曲不止，在排除环境光线不太强的因素下，说明所选光敏电阻器RL的亮阻太小，可更换亮阻稍大一些的光敏电阻器，也可适当减小电阻器R1的阻值试一试。但R1阻值不可过小，否则电路的静态耗电量将会显著增加。如果近距离发射激光束时扬声器B能播出一首乐曲，但拉大声光玩具手枪与光敏电阻器RL之间的距离时，不能触发电路奏出乐曲，说明电路触发灵敏度太低，可适当加大电阻器R1的阻值试一试，必要时可更换亮阻相对小一些的光敏电阻器RL。

如嫌音乐演奏声速度不理想，可通过适当改变电阻器R2或电容器C的数值来加以调节，直到满意为止。R2取值范围一般为51～75kΩ。如果

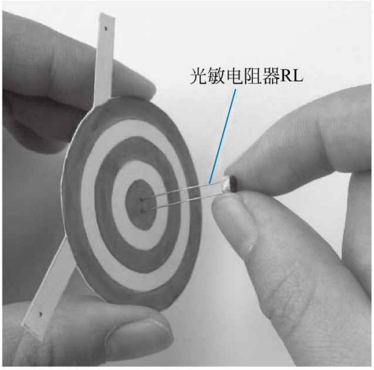
扬声器B发出自激振荡声，可通过在电源两端跨接一只100μF、10V的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。

第四步，组装“电子靶”

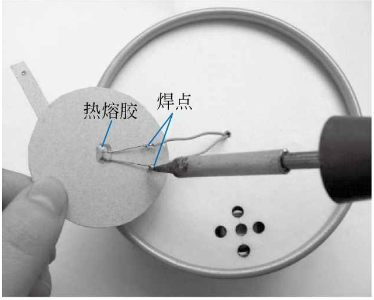
首先，按照图1-24（a）所示，将焊接调试好的电路机芯，用热熔胶粘贴到图1-20所示准备好的底座盒中去。要求扬声器B的发音盆应正对底座盒上所开的释音孔，光敏电阻器RL暂从引线上焊下来，将引线头从底座盒中心所开的小孔里穿出去。粘贴所用的热熔胶无需专门的热熔胶枪加热热熔胶棒提供，可采用电烙铁直接加热熔化热熔胶棒的简便方法获取。



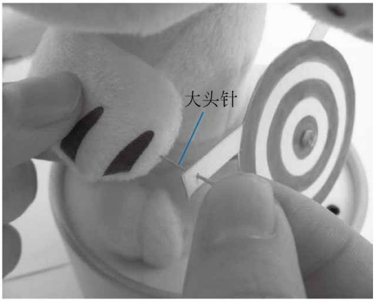
(a) 固定机芯



(b) 插装RL



(c) 焊接RL



(d) 固定“靶子”



(e) 完成品

图1-24　组装“电子靶”

然后，按照图1-24（b）所示，在已制好的“靶子”中央位置用锥子扎出两个小孔，由前往后插入光敏电阻器RL；按照图1-24（c）所示，用热熔胶固定“靶子”背面光敏电阻器RL的引出线根部，并不分极性重新焊接好光敏电阻器RL的引线。

最后，按照图1-24（d）和图1-24（e）所示，用热熔胶将“小老虎”粘固在底座盒上，用两枚大头针将“靶子”的两个“手把”分别扎在“小老虎”的“双手”上去。这样，一套独具特色的激光枪打靶游戏器即大功告成。

1.2.4　投入使用

这个打靶游戏器适合在光线不太强的地方使用，这样效果比较理想。在室内使用时，最好背着窗口、门口或电灯的方向摆放“电子靶”；在室外使用时，应选树荫或其他阴影处，且逆太阳光摆放“电子靶”。总之，要以尽量避免外界光线直射“靶子”上的光敏电阻器为原则。

由于“电子靶”电路不设电源开关，所以长时间不使用打靶游戏器时，最好将干电池从电池架上面取下来，以免电池电能消耗尽后流液腐蚀坏电路。

1.3　有趣的天亮报晓“金鸡”

你想在繁华喧闹的大都市里享受一下“金鸡报晓”的乡间田园生活吗？如图1-25所示的天亮报晓“金鸡”可以帮你实现这一愿望。



图1-25　天亮报晓“金鸡”实物图

这是一个实用而有趣的光控模拟声电子小装置。清晨，当天空放亮时，它会自动发出逼真响亮的“喔喔——喔——”公鸡报晓声，提醒主人：快快起床，莫睡懒觉！这对厌倦了都市繁忙、紧张生活的人们来说，每天清晨一醒来就仿佛置身于乡间田园的大自然环境中，定会带来一天的轻松愉快好感觉。

1.3.1　工作原理

天亮报晓“金鸡”的电路如图1-26所示。它主要采用了模拟公鸡啼鸣声专用集成电路A，所产生的公鸡啼鸣声十分逼真，可以达到以假乱真的地步。R是集成电路A的外接振荡电阻器，其阻值大小影响公鸡啼鸣的速度和音调，典型取值为330kΩ。

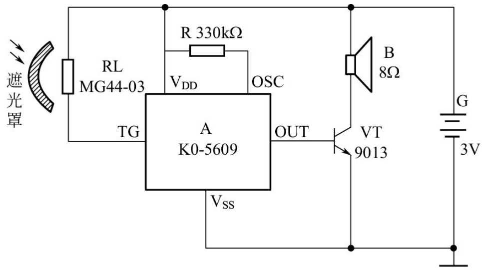


图1-26　天亮报晓“金鸡”电路图

RL是光敏电阻器，它对集成电路A起光电触发作用。天亮时，光敏电阻器RL受自然光线照射，其内阻仅为几十至几千欧姆，集成电路A的触发端TG通过RL从电源正极获得高电平信号，使集成电路A受触发工作，其输出端OUT反复输出内储的模拟声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B反复发出“喔喔——喔——”的公鸡报晓声来。天黑或人为地用遮光罩罩住光敏电阻器RL时，RL失去光线照射，其内阻增至1MΩ以上，集成电路A因失去合适的触发信号而停止工作，晶体三极管VT截止，扬声器B即停止发声。经实际测试，该电路的光控灵敏度较高，只要光敏电阻器RL的阻值小于100kΩ，便可触发电路可靠发声；当RL的阻值大于100kΩ时，电路即自动停止发声。

本电路不设电源开关，通过在光敏电阻器RL上套上或取下遮光罩的办法，可巧妙而有效地控制白天装上干电池后“公鸡”的啼叫与否。

1.3.2　元器件选择

该制作总共用了6种电子元器件，可对照图1-27所示的实物图进行

选购。

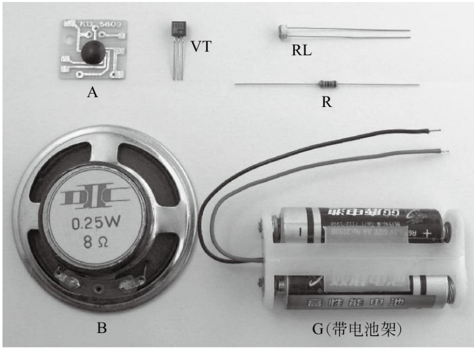


图1-27　需要选购的元器件实物外形图

A选用KD-5609型模拟公鸡啼鸣声专用集成电路，它采用软包封装形式制作在尺寸仅为21mm×20mm的小印制电路板上，并留有若干焊接小孔和焊脚，便于焊装其他外围元器件。KD-5609的主要参数：典型工作电压3V，触发电流≤40μA；当工作电压为3V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜1μA；工作温度范围-10～60℃。

如果读者手头无KD-5609型模拟公鸡啼鸣声专用集成电路，也可用其他厂家生产的同类型模拟鸟叫、公鸡叫，甚至军号声或普通音乐的集成电路来直接代替。代替时注意：不论型号、外形如何，只要分清楚电源正极（V_{DD}端）、电源负极（V_{SS}端）、高电平触发端TG、外接振荡电阻器端OSC（有的集成电路无需外接振荡电阻器）和音频输出端OUT（接功率放大晶体三极管的基极）等，均可直接接入电路代替KD-5609型集成电路。

VT用9013（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.5A，集电极最大允许功

耗P_{CM} ＝625mW）或3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。

RL选用MG44-03型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的普通光敏电阻器或3DU型光敏三极管（也叫光电三极管）来代替。采用光敏三极管时注意，其集电极c接集成电路A的电源正极端V_{DD} 、发射极e接触发端TG。R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。

B用YD57-2（口径为ϕ 57mm、标称阻抗为8Ω、额定输出功率为0.25W）或YD025-571型小口径动圈式扬声器。G用两节5号干电池（需配上合适的塑料电池架）串联而成，电压3V。

1.3.3 动手制作

整个天亮报晓“金鸡”的制作过程，可分为焊接电路机芯、检测并调试电路、整机组装三大步骤来完成，现分步介绍如下。

第一步，焊接电路机芯

整个电路按图1-28所示给出的接线图，以模拟声集成电路A的芯片为基板进行焊接，不必另外再设计制作印制电路板。焊接时注意，因为所用集成电路A系典型的CMOS电路，所以电烙铁外壳一定要有良好的接地保护线，以避免交流感应电压击穿集成电路A造成永久性损坏。

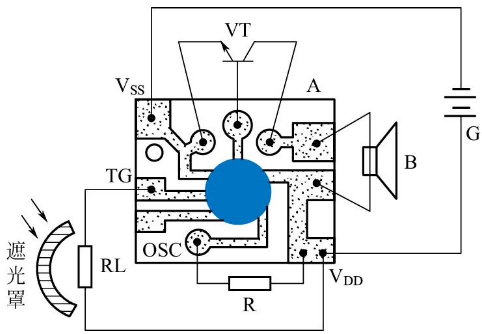


图1-28　天亮报晓“金鸡”电路接线图

晶体三极管VT、电阻器R直接插焊在集成电路A的小印制电路板上。光敏电阻器RL通过长约13cm的双股细电线焊接，其两根引线头不分极性焊接在电路板的触发端TG和电源正极端V_{DD}焊脚上；扬声器B通过2.5cm长的双股细电线焊接，注意其“+”端引线头接电路板上的V_{DD}端焊脚，“-”端引线头接晶体三极管VT的集电极输出端焊脚；电池架通过自带的长约10cm的双股细电线焊接，其正、负极引线头分别接电路板上的V_{DD}和V_{SS}端焊脚。焊接好的实物接线图如图1-29所示。

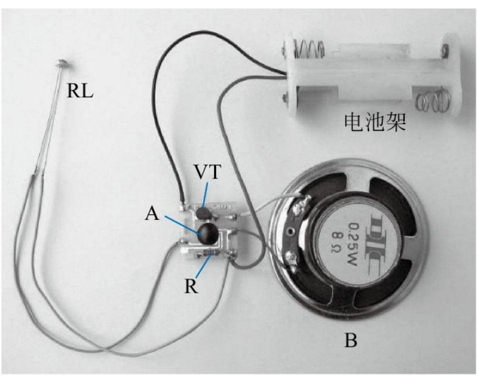
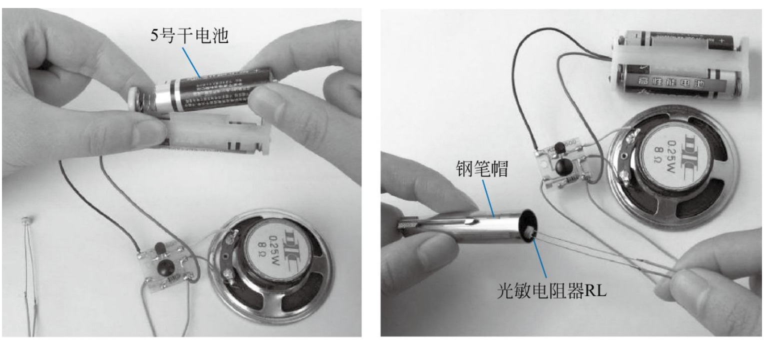


图1-29　焊接好的实物接线图

第二步，检测并调试电路

将焊接好的电路与如图1-28所示的接线图、如图1-29所示的实物图进行反复对照，确认焊接无问题后，按图1-30（a）所示，给电池架装上两节5号干电池，则扬声器B会反复发出“喔喔——喔——”的模拟公鸡叫声来。接下来，按图1-30（b）所示，将光敏电阻器RL伸进钢笔帽（或用不透光的容器罩住RL），则扬声器B最多只发出3遍“喔喔——喔——”的叫声即停止发声。如果扬声器B发声不停止，说明光敏电阻器RL有问题，应检查其性能并更换好的。如嫌模拟公鸡叫声不够逼真，可通过适当变换电阻器R的阻值来加以调节。R取值范围为270～390kΩ。R阻值大，模拟公鸡叫声频率低、音速慢，好像一只老公鸡在啼叫；阻值小时，频率高、音速快，则仿佛是一只小公鸡在啼叫。如果扬声器B仅发出自激振荡声，只要在模拟声集成电路A的电源两端跨接上一只100μF、10V的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}），便可排除故障。

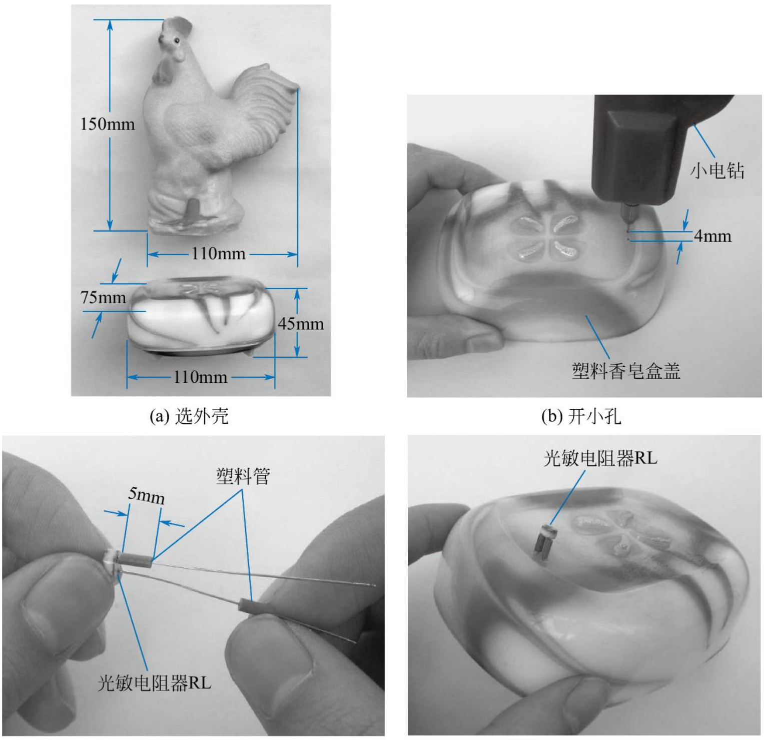


(a) 装上电池　　(b) 套上笔帽

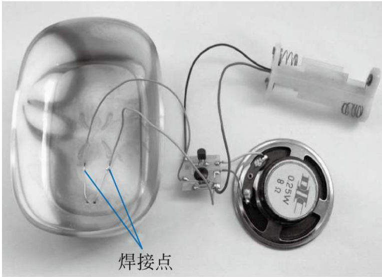
图1-30　检测电路性能

第三步，进行整机组装

其主要工作是按照图1-31所示，将焊接并调试好的电路机芯装入配有公鸡造型的机壳内，使制作外观漂亮，形象逼真，栩栩如生。具体方法：首先，按照图1-31（a）所示，到工艺品或玩具商店去选购一只大小合适（身高以150mm左右、身长以110mm左右为宜）、造型漂亮的塑料或其他材料做成的“公鸡”（笔者采用的是一只弹性塑料做的儿童玩具“公鸡”），并为其配上合适的底座盒——尺寸约为110mm×75mm×45mm的普通塑料香皂盒。



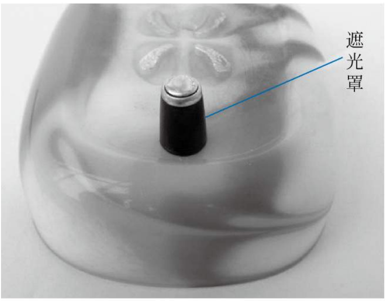
(a) 选外壳 (b) 开小孔 (c) 套塑管 (d) 装上RL



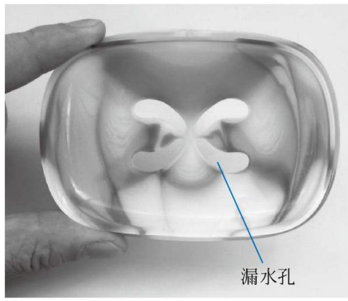
(e) 焊好引线



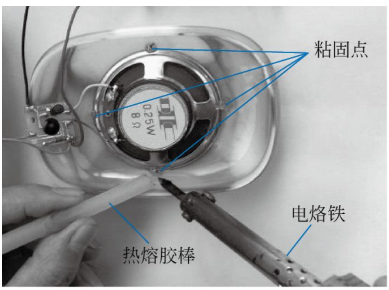
(f) 选遮光罩



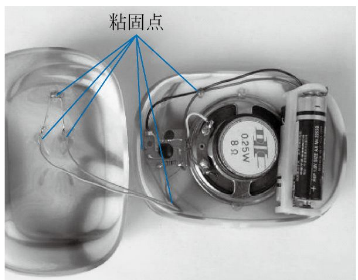
(g) 套遮光罩



(h) 巧选释音孔



(i) 粘固扬声器



(j) 粘固电路



(k) 完成品

图1-31　组装天亮报晓“金鸡”

然后，按照图1-31（b）所示，在塑料香皂盒面板的窄边一端用小电钻打出两个间距约为4mm、φ　0.8mm的小孔；将光敏电阻器RL的焊接线断开，按照图1-31（c）所示，给两引脚套上长约5mm的塑料套管；按照图1-31（d）所示，将光敏电阻器RL的两引脚由面板插入所开好的两个小孔内；按照图1-31（e）所示，重新焊接好光敏电阻器RL的引线。

接下来，找一支笔杆尾部完好且不透光（最好是黑色塑料管）的废旧钢笔或圆珠笔，按照图1-31（f）所示，用小手锯截取尺寸约为φ9mm×15mm的尾部，作为光敏电阻器RL的遮光罩，要求其能够像图1-31（g）所示的那样，正好宽松地套在光敏电阻器RL上。

另外，按照图1-31（h）所示，借用塑料香皂盒底部原来的漏水孔作为扬声器B的释音孔。如果所用塑料香皂盒的漏水孔太小或没有漏水孔时，就要用电钻开出一些专门的释音孔。将扬声器B的纸盆按照图1-31（i）所示，由里向外正对着塑料香皂盒底部的释音孔放置好，并在扬声器B的金属纸盆架圆外边与塑料香皂盒紧挨的交界处，选3～4处位置滴上熔化了的热熔胶粘固即可。热熔胶可采用电烙铁直接加热熔化热熔胶棒的简便方法获取。

最后，按照图1-31（j）所示，将模拟声集成电路A的小印制电路板也粘贴在塑料香皂盒的底部，将光敏电阻器RL的引脚线根部以及双引线靠近两端线头处、电池架引线靠近电路板处等亦用热熔胶粘固在盒内壁上，以避免平常打开盒盖取放干电池时，不小心扯断或折断焊接线头等。合上

盒盖，按照图1-31（k）所示，将选购的“公鸡”底面用热熔胶粘固在塑料香皂盒的面板上。至此，一个造型别致、发声逼真的电子“金鸡”顺利完工。

1.3.4　投入使用

实际使用时，将天亮报晓“金鸡”放在容易接受到外界自然光线照射的地方（如窗台上），在晚上临睡觉前取掉遮光罩。第二天清晨，光敏电阻器RL感受到一定强度的光照后，电路即被触发工作，“金鸡”就会啼叫不休；待主人起床后用遮光罩罩住光敏电阻器RL，则电路最多只发出3遍公鸡啼鸣声，即自动停止。

整个装置平时耗电甚微，实测静态总电流＜4μA。每换一次新干电池，可工作数个月时间。它的光触发灵敏度是比较高的，天刚一放亮就会工作，因此不论是晴天还是阴天，对其工作状况几乎无影响。

1.4　会说话的“金猪”储钱罐

“金猪拱门家生财”，民间百姓普遍认为猪能给人们带来财富，市场上“金猪”造型的储钱罐比较普遍。假使你的生肖是猪，则肯定会对这样的储钱罐喜爱有加，甚至是情有独钟。

如果动手给这种“金猪”储钱罐加装上语音录放电路，就会制成如图1-32所示的声形并茂的“金猪”储钱罐，每当向罐内投入一枚硬币时，“金猪”便会说出一句由你事先任意录制的吉祥话语，并且还能“哼”响一段乐曲，从而让节约和储蓄的行为变得十分有趣。



图1-32　会说话的“金猪”储钱罐实物外形图

1.4.1　工作原理

会说话的“金猪”储钱罐电路如图1-33所示，其核心器件是一块质优价廉的新型超薄语音录放模块A。由于该模块体积小巧、性能优良、价格便宜（单价仅10元，比自己购买元器件组装要便宜得多、可靠得多），所以非常适合电子爱好者用来制作各种语音小装置。

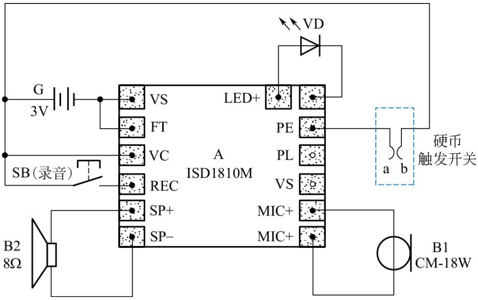


图1-33　会说话的“金猪”储钱罐电路图

当按下录音开关SB的按键不松手时，语音录放模块A的录音控制端REC获得高电平触发信号，发光二极管VD点亮，表示进入录音状态。这时，嘴对着驻极体话筒B1讲话，A即自动录入话语。手松开SB按键后，VD熄灭，录音结束；如果录音时间超过12s，则VD自动熄灭，表示语音录满。录音完毕，电路自动进入待放音状态。

当每次向储钱罐投币时，硬币将作为触发开关的a、b电极暂时“桥接”通，与a极相接的语音录放模块A的正脉冲触发放音端PE获得包含有上升沿的正脉冲触发信号，使A受上升沿触发从SP＋、SP-两端输出一遍内储的录音电信号，并驱动扬声器B2直接发声。

1.4.2　元器件选择

为了方便初学者认识和选购，如图1-34所示给出了本制作所用全部电子元器件的实物照片。

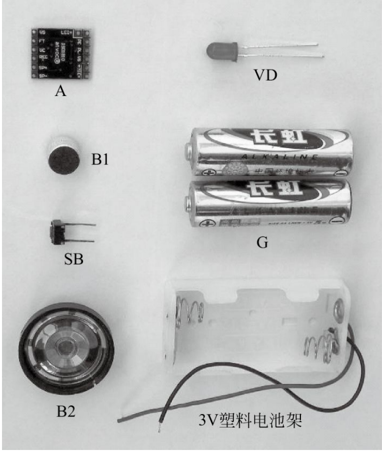
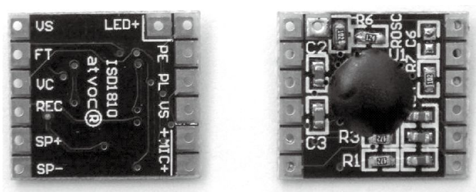


图1-34　会说话的“金猪”储钱罐所用元器件实物外形

图

A选用新颖ISD1810M型超薄语音录放模块（俗称“魔块”），其语音集成电路芯片和外围阻容元件等分别采用软封装和贴片工艺制作在尺寸仅为17.5mm×15mm的双面小印制电路板上，总厚度仅为2mm，其实物外形和引脚排列等详见图1-35；只要给它外接上电池、两个按键开关（一录一放）、扬声器和驻极体话筒等，便可实现录音和放音，使用非常方便。ISD1810M的主要参数：工作电压范围为2.7～5.5V，静态电流≤0.5μA，工作电流约25mA；录音时间8～20s（缺省值12s），录入语音断电不怕丢失，可重复录音达10万次。ISD1810M的邮购信息可登录网站www.atvoc.com查询。

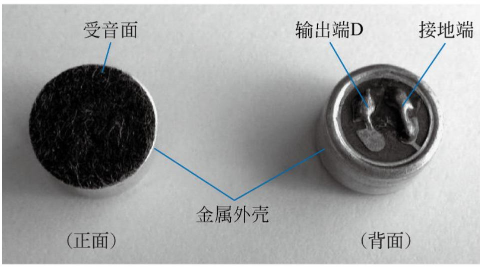


（引脚标注面）　　（元器件焊接面）

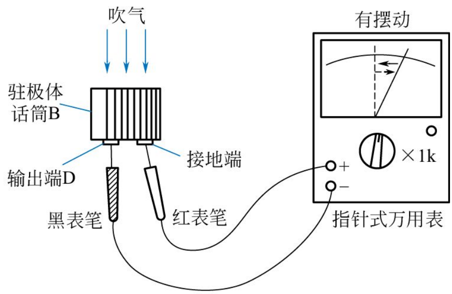
图1-35　ISD1810M型超薄语音录放模块

B1选用CM-18W型（ϕ　10mm×6.5mm）高灵敏度驻极体话筒，其外形及引脚识别如图1-36（a）所示。CM-18W的灵敏度划分成五个挡，分别用色点来表示：红色为-66dB，小黄为-62dB，大黄为-58dB，蓝色为-54dB，白色＞-52dB。本制作中应选用蓝色或白色点产品，以获得较高的灵敏度。B1也可用其他灵敏度高的小型驻极体话筒（如CRZ2-113F）来直接代替。挑选驻极体话筒时，可将指针式万用表置

于“Ω×1k”或“Ω×100”挡，按照图1-36（b）所示，用红表笔接驻极体话筒的接地端（与外壳相通），黑表笔接驻极体话筒的输出端D，此时万用表指针指在某一刻度上，再用嘴对着驻极体话筒吹气，万用表指针应有较大摆动，并且万用表指针摆动范围越大，说明驻极体话筒的灵敏度越高。如果没有反应，说明被测驻极体话筒已经损坏。



(a) 外形及引脚识别



(b) 灵敏度及好坏判断

图1-36　驻极体话筒的识别与检测

B2用φ 27mm×9mm或φ 29mm×9mm超薄微型动圈式扬声器，以减小体积，方便安装。VD可用φ 3mm红色发光二极管。SB用6mm×6mm小型轻触式按键开关。G用两节5号干电池串联（配带塑料电池架）而成，电压3V。由于整个装置平时静态电流实测仅0.5μA，工作时最大不超过40mA，故用电很节省。

1.4.3　动手制作

正式动手制作前，应先选购一个市售“金猪”储钱罐，并按图1-37所示选一大小、颜色合适的塑料广口瓶盖（直径与“金猪”储钱罐长度相当，

高度不小于25mm），作为“金猪”储钱罐的底座。接下来，便可以开始制作了。



图1-37　配套的“金猪”储钱罐及其塑料底座

整个制作过程可分为加工罐体、加工底座和焊接电路三步来进行。

第一步，加工罐体

其主要任务，就是在“金猪”储钱罐原有的投币口处安装如图1-38所示的硬币触发开关。具体可按图1-39（a）所示，将两片相同尺寸的薄铁皮用手钳子或小型台钳弯折虚线处，成为如图1-39（b）所示的形状。薄铁皮可取自用马口铁皮做成的空罐头盒，如果能够找到弹性好的薄磷铜片，则更理想。

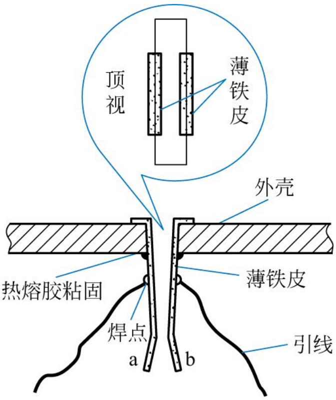


图1-38　硬币触发开关的制作

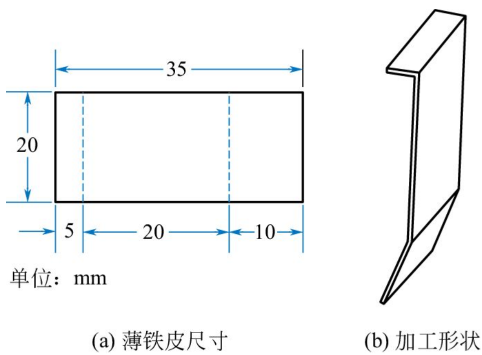
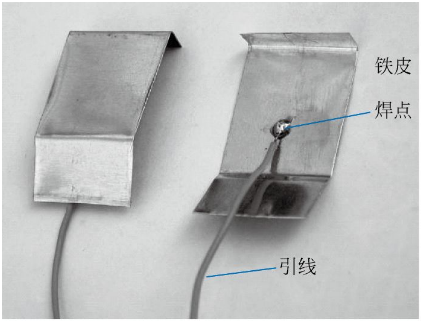
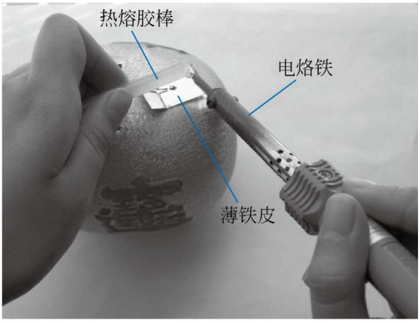


图1-39　薄铁皮加工示意图

加工好的两块薄铁皮，按图1-40（a）所示分别焊接上长度约为15cm的细电线，并按图1-40（b）所示在粘贴位置滴上用电烙铁加热熔化了的热熔胶，趁胶尚未冷却凝固，快速粘贴在“金猪”储钱罐原有的投币口处。这里所用的热熔胶棒，一般五金商店均可购买到，每根单价1～2元。



(a) 加工好的薄铁皮



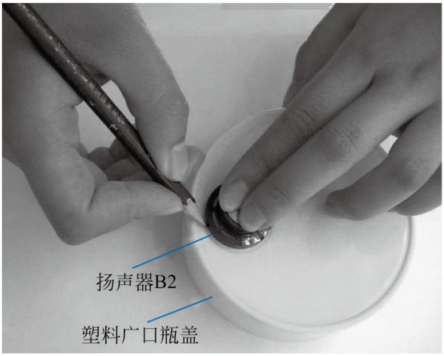
(b) 用电烙铁加热热熔胶棒

图1-40　薄铁皮实物及其粘固方法

装配好的硬币触发开关，要求穿过投币孔的硬币能将两块铁皮a、b良好“桥接”一下即可。如果投币不能良好“桥接”触发开关，或投币被触发开关夹住不能顺利通过，可通过调整两块铁皮a、b的相对间距来加以调整。接硬币触发开关的双股细电线，可在储钱罐的取币口塑料盖（在“金猪”肚底下）上开孔引出，参见后面图1-43。

第二步，加工底座

首先，按照图1-41（a）所示，将扬声器B2扣压在塑料广口瓶盖靠近边沿处，用铅笔沿扬声器外口画出圆圈；再按图1-41（b）所示，在圆内用铅笔点上9个均匀分布的黑点，按照图1-41（c）所示用小电钻在每个黑点位置打出φ 2mm的小孔，作为扬声器B2的释音孔。



(a) 画圆圈


(b) 点黑点

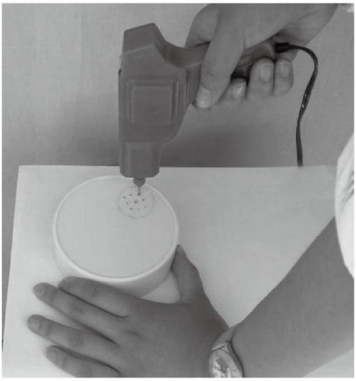

(c) 钻扬声器释音孔

图1-41　在塑料底座上为扬声器开出释音孔

其次，按照图1-42（a）所示，将取币口塑料盖扣压在塑料广口瓶盖中心位置，用铅笔沿塑料盖边沿画出圆圈；再按照图1-42（b）所示，用加热的电烙铁头沿圆圈外侧“切割”所画出的圆圈部分，形成取币通口。


(a) 画圆圈

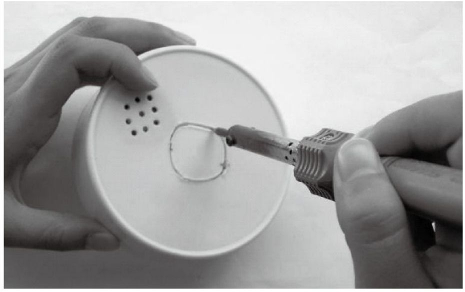

(b) 开圆口

图1-42　在塑料底座上开出取币口

最后，按照图1-43所示，采用电烙铁加热熔化热熔胶棒的简便方法，用热熔胶将“金猪”储钱罐的4只“猪蹄”粘贴在塑料广口瓶盖上；将扬声器B2、塑料电池架粘贴在瓶盖内部。注意：塑料瓶盖上的扬声器释音孔应位于“金猪”前胸下方，取币通口则应正对“金猪”肚底下面的取口塑料盖。

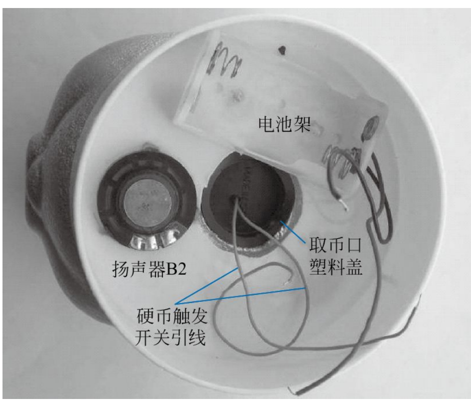


图1-43　用热熔胶粘固好的主要部件

第三步，焊接电路

首先，按照图1-44所示在语音录放模块A上面焊接录音开关SB、驻极体话筒B1和发光二极管VD，并焊接两根长约20mm的元器件剪脚线，既作为接通扬声器B2的电线，又兼带固定语音录放模块A。

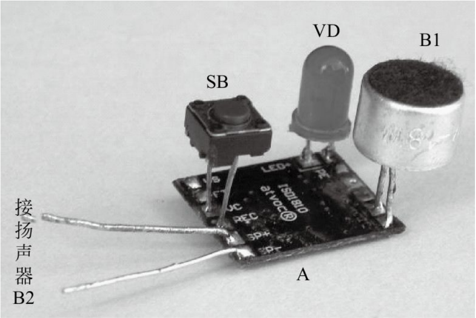


图1-44　在语音录放模块A上焊接元器件

对照图1-33所示的电路图，按图1-45所示将语音录放模块A置于塑料广口瓶盖内部，焊接好扬声器B2的接线、电池架引线和硬币触发开关引线。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿语音录放模块A上面的CMOS集成电路。

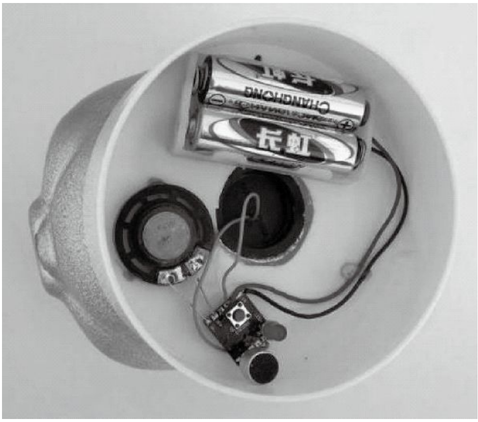


图1-45 焊接好的电路

1.4.4　投入使用

会说话的“金猪”储钱罐装配成功后，应首先录好音，然后再投入使用。录音时，注意按住录音开关SB的按键不松手，使发光二极管VD点亮后，即将驻极体话筒B1正对着声源进行录音。录音内容以“我是小猪猪，祝你天天快乐，多存硬币，福运连连”“你真是个节俭的好孩子……”等祝福、夸奖、鼓励性语言为主，紧接着以磁带放音机或电脑模拟声等为声源，录入一段欢快的小猪叫声、动听的儿童乐曲等。录音结束，可用小改锥“桥接”一下投币口处的硬币触发开关，则“金猪”就会发出一遍刚才所录制的声音。如对所录入的声音不满意，可重新录制。以后录音内容还可根据场合、使用者身份的不同等，随时进行更改。

顺便指出：读者购买来的语音录放模块A　　　，其录音时间一般为12s（缺省值），如嫌时间短，可将模块背面标注为R2（旁边同时标有ROSC字样）的120kΩ贴片电阻器改换成为200kΩ，则录音时间可增大到20s。如果分别将R2改换成为80kΩ、100kΩ、160kΩ的贴片电阻器，则可对应获得8s、10s和16s的录音时间。但应注意：录音时间越短音质越好，录音时间越长音质越差。

1.5　便携式电子驱蚊器

现在市场上出现了各种各样的电子驱蚊器，据说它安全无毒性、对人体没有伤害，是一种绿色环保型小产品。笔者解剖了几种这样的小型产

品，发现它们原理大同小异，结构简单，电子爱好者完全可以动手做，并在生活中检验其实际效果到底如何。

如果你属于蚊子喜欢“攻击”的一类人，在每年的夏、秋季饱受其害的话，不妨动手制作一个如图1-46所示的小小便携式电子驱蚊器，它可以使你无论在室内学习、工作、睡觉或在户外乘凉、登山、郊游、垂钓时驱跑身旁的蚊子，免遭叮咬。该驱蚊器电路简单，制作容易。心动不如行动，赶快跟我制作吧。



图1-46　电子驱蚊器外形图

1.5.1　工作原理

动物学家通过长期研究早就发现：只有母（雌性）蚊子才会有吸食人畜血液的需要，而公（雄性）蚊子仅靠花蜜、植物汁液或其他汁液营养就足够了，它的口针也比较退化，无法刺入人体皮肤；母蚊子在交配后一星期内需要补充人畜血液营养才能顺利排卵生产，这就意味着母蚊子只有在繁殖期才会叮人吸血，在此期间母蚊子最恐惧的就是公蚊子的追逐交

配，为了不影响正常的生产，只要听到公蚊子飞至的声音，便会竭力回避。根据母蚊子的这一习性规律，如果让电子驱蚊器模拟发出公蚊子飞至的翅膀抖动声波，就可达到驱赶走叮人母蚊子的目的。另外，蜻蜓是蚊子的天敌，让电子驱蚊器模拟发出蜻蜓振翅飞来的声音，同样会吓跑蚊子。

电子驱蚊器的电路如图1-47所示。VT1、VT2是两只极性相反的晶体三极管。VT2的发射结是VT1的负载，而VT1又为VT2提供基极电流，它们互相配合工作，在电容器C1（或C1＋C2）的正反馈作用下形成振荡，所以这个电路叫作互补型自励多谐振荡器。闭合电源开关SA2，振荡电路即通电产生一定频率的脉冲电流，并通过并联在负载电阻器R2两端的压电陶瓷片B直接进行“电-声”转换，发出模拟公蚊子或蜻蜓振翅飞动的声波，驱走叮人吸血的母蚊子。

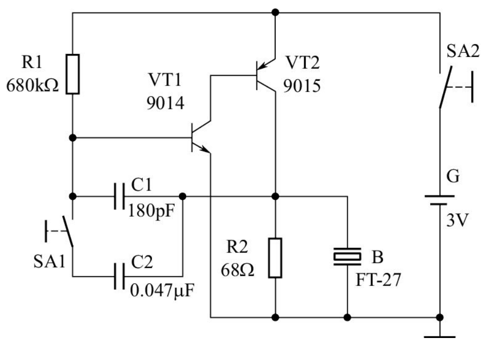


图1-47　电子驱蚊器电路图

电路中，振荡频率主要取决于时间常数$t = R_1 C_1$，故增减电阻器R1的阻值或电容器C1的容量，就可以改变压电陶瓷片B的发声频率。SA1为模拟声功能选择开关。SA1处于断开位置时，B发出“嗡……”的较高频率

声波，其频率约为18.4kHz，系模拟公蚊子翅膀抖动飞翔的声波。由于该声波频率接近超出人耳的听觉范围（16～20kHz），人耳对此不很敏感，有些人几乎听不到该声波，所以这时的电路可认为是一个超声波发生器；当SA1闭合时，电容器C2并联在C1两端，使振荡电路的工作频率降低至38.4Hz左右，压电陶瓷片B发出模拟蜻蜓振翅飞翔的“哒哒……”声。

1.5.2 元器件选择

本制作所用电子元器件全部为读者容易购买到的普通元器件，为了方便初学者认识和选购，特给出它们的实物集体照如图1-48所示。

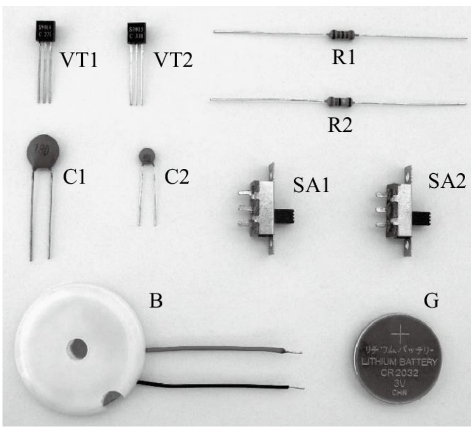


图1-48　需要准备的元器件实物外形图

晶体管VT1可用9014（集电极最大允许电流I_{CM} =0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} =310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数β 值在80～200为宜；VT2可用9015（I_{CM} =-0.1A，P_{CM} =310mW）或3CG21型硅PNP中功率三极管，β 值可在30～100选择。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1用CC1型高频瓷介电容器，C2用CT1型低频瓷介电容器。B采用φ 27mm、带有助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖）的FT-27或HTD27A-1型压电陶瓷片，以增大发音量。这种带助声腔盖的压电陶瓷片，也可拆自用过的音乐贺年卡。

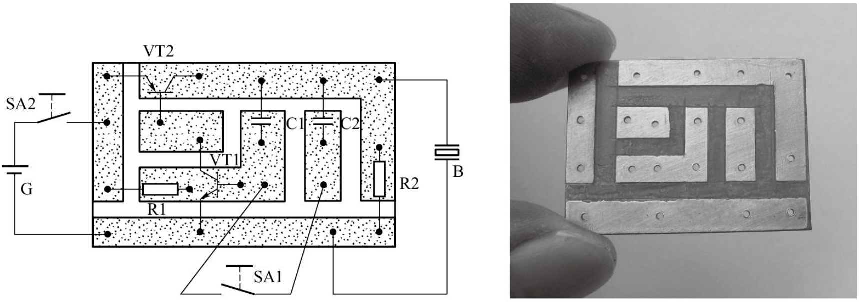
SA1、SA2均用便携式电子产品常用的小型单刀双掷（本制作仅用其中一掷）拨动开关，其体积（不包括手柄和引脚）仅为10mm×5mm×5mm。G选用1粒CR2032型（电压3V、体积φ 20mm×3.2mm）扣式电池。该扣式电池广泛应用于电脑主板、计算器和电子词典等电子产品中，现在一般的电子器材商店、电脑服务部和学习用品商店等均有销售，每粒售价1～2元。

1.5.3　动手制作

整个电子驱蚊器的制作过程可分为焊接电路机芯、通电检测电路、整机组装三大步骤，现分步介绍如下。

第一步，焊接电路机芯

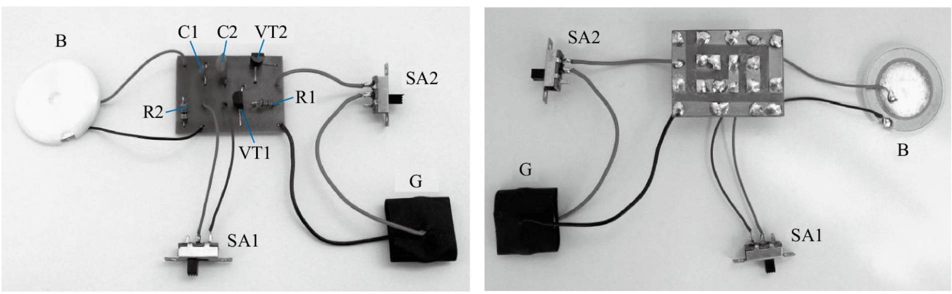
如图1-49（a）所示是该电子驱蚊器的印制电路板接线图。印制电路板可用刀刻的方法制作，实际尺寸约为35mm×25mm（还可缩小些）。如图1-49（b）所示是用刀刻法制成的印制电路板实物图。



(a) 接线图　　　　(b) 实物图

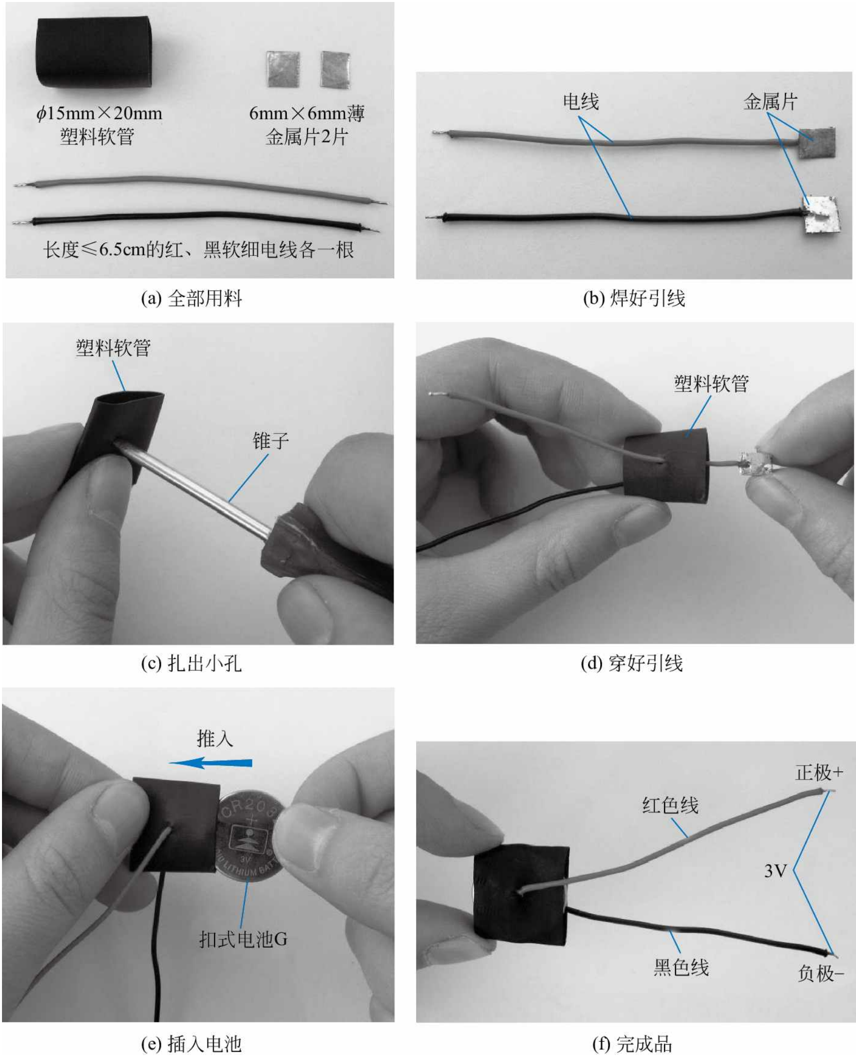
图1-49　印制电路板图

如图1-50所示是在印制电路板上焊接好元器件的实物图。阻容元件和晶体三极管直接焊在电路板上，压电陶瓷片B、功能选择开关SA1、电源开关SA2、电池G分别通过4～6.5cm的双根软细电线焊接到电路板上。这里要提醒读者注意的是，扣式电池G的外壳是用薄钢片冲压制成的，密封性很好，切不可用电烙铁往电池电极上直接焊导线，尤其是焊接时间过长，内部液体就会膨胀产生高气压，很容易把电池崩裂，酿成严重事故。为此，必须要按照图1-51所示采用无焊接接线。



(a) 正面图　　　　(b) 背面图

图1-50　焊接好的元器件实物图



(a) 全部用料　(b) 焊好引线　(c) 扎出小孔　(d) 穿好引线　(e) 插入电池　(f) 完成品

图1-51　给扣式电池G加装引线

具体方法：首先，按照图1-51（a）所示，准备好一段φ15mm×20mm具有一定伸缩性的塑料软管，另准备长度≤6.5cm的红色和黑色塑料外皮软细焊接电线各一根，6mm×6mm见方的薄金属片2片。

然后，按照图1-51（b）所示，将2片薄金属片分别焊接在红色和黑色焊接线的一端；按照图1-51（c）所示，将塑料软管压扁，在中间位置用锥子一次扎透两个小孔；按照图1-51（d）所示在塑料软管所扎出的两个小孔中，由内向外分别穿出红色和黑色焊接线。最后，按照图1-51（e）所示，将所用的CR2032型扣式电池插入塑料软管内，要求电池的正极（有字面，并标有“＋”符号）紧密接触红色焊接线上的金属片，负极紧密接触黑色焊接线上的金属片，并且两金属片均居于电池正、负极的中央位置处，谨防在插入过程中黑色焊接线上的金属片在扣式电池G的边沿处桥接通正、负两极（即造成电池短路）。这样，就制作成了如图1-51（f）所示的带引线的扣式电池，其红色引线为电池正极、黑色引线为电池负极，电池电压为3V。

这种给扣式电池加装引线的方法，是笔者反复实验成功的，简单实用，更换电池也比较方便。读者千万不可自作聪明省掉这一制作工序，而试图用电线将电池直接焊接到电路中去。读者如果能够购买到CR2032型扣式电池专用的塑料电池架，则更方便。

第二步，通电检测电路

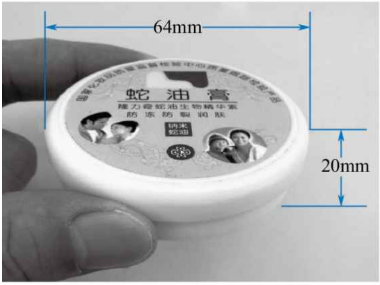
焊接好的电子驱蚊器机芯，经检查电路无问题后，即可接通电源开关SA2进行试听：当功能选择开关SA1断开时，压电陶瓷片B应发出声音较轻的“嗡……”声；闭合功能选择开关SA1，压电陶瓷片B应发出声音较响的“哒哒……”声。

如果发声音调不对或音量太小，应仔细检查电容器C1或C2的容量是

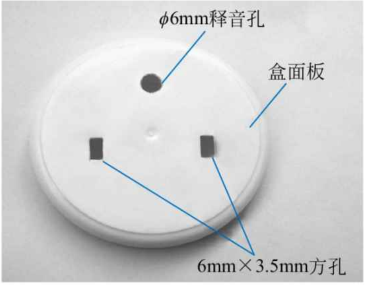
否正确、晶体三极管VT1、VT2的引脚是否焊反等，直到发声符合要求为止。

第三步，整机组装

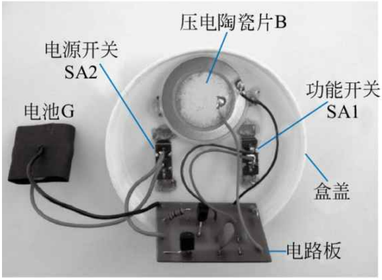
为了方便携带使用，整个电路可按照图1-52所示装入一个带有吊挂绳的扁圆形小盒内。具体方法：首先，选一尺寸约为φ　64mm×20mm的塑料小盒作为外壳。笔者选用的是如图1-52（a）所示的装过护肤用“蛇油膏”的空盒，大小正好合适。撕掉盒面板粘贴的标签，按照图1-52（b）所示，在盒面板适当位置处开出φ　6mm的释音孔和两个6mm×3.5mm见方的开关拨动手柄伸出孔。



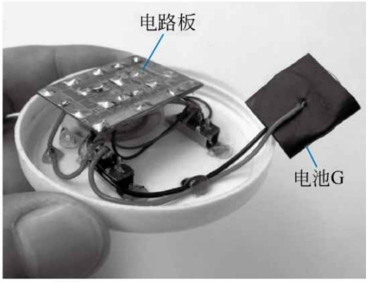
(a) 选定外壳



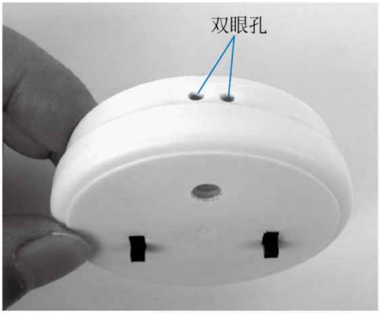
(b) 开出小孔



(c) 粘固元器件



(d) 粘固电路板



(e) 扎出双眼孔



(f) 穿好吊挂绳



(g) 粘上标牌



(h) 完成品

图1-52　组装流程图

然后，采用电烙铁直接加热熔化热熔胶棒的简便方法，按照图1-52（c）所示，由里向外，将功能选择开关SA1和电源开关SA2的拨动手柄分别伸出盒盖所开的两个小方孔，并对正位置后用热熔胶将两个开关粘固在盒内壁上；将压电陶瓷片B所带助声腔的释声孔正对着盒盖所开出的φ6mm释音孔，用热熔胶将压电陶瓷片B粘固在盒内壁上。接着按照图1-52（d）所示，借用电路板上面的引线，将电路板悬空固定好，并将电池G的引线粘固在盒盖内壁上。

最后，将盒盖和底盒旋紧，按照图1-52（e）所示，在底盒侧面适当位置处用锥子扎出两个小孔，并按图1-52（f）所示，在小孔内穿上长度约40cm（双线并排）的手机吊挂绳，以方便使用者在胸前吊挂电子驱蚊器。手机吊挂绳到手机专卖店就可以购买到。为了使用醒目方便，可用彩色喷墨打印机在照片纸（或普通白纸）上打印出合适的文字，按图1-52（g）所示，用双面不干胶粘贴在电路盒的面板上。制作成功的“电子驱蚊器”外形如图1-52（h）所示，造型还不错吧。

1.5.4　投入使用

电子驱蚊器做成功以后，可摆放在卧室的床头柜上或悬挂在蚊子必经之处——门口或窗口，驱赶蚊子远离房间，使你睡觉时免遭蚊子叮咬；也可放置在自己经常工作的计算机或书桌旁边驱蚊。当早晨登山锻炼、晚上逛公园或在池塘旁边钓鱼、在树荫下纳凉休息时，可按照图1-53所示，

将电子驱蚊器吊挂在胸前，以驱跑叮人的蚊子。需要注意的是，功能选择开关SA1拨至“公蚊”位置时，驱蚊器发出模拟公蚊振翅飞动的“嗡……”声，由于频率接近超声波，所以人耳听起来声音很小，与蚊子发出的嗡嗡声几乎一样，对正常睡觉或工作不会造成干扰；而SA1拨至“蜻蜓”位置时，驱蚊器发出的模拟蜻蜓振翅飞动的“哒哒……”声比较响，休息或工作时应尽量少选择使用。这种既能防止蚊虫叮咬，而又能免除一般杀蚊剂、蚊香等药品异味或烟雾烦恼的电子驱蚊器，无疑会提高您的生活质量。



图1-53　电子驱蚊器的使用

使用驱蚊器时还要注意，应将驱蚊器置于较高处，释音孔正对着驱蚊区域，并尽量避开障碍物和地毯、窗帘等吸音材料，以扩大驱蚊范围，达到驱蚊效果。由于不同环境下的不同种类蚊子对不同频率的声波感受程度有所不同，所以应根据实际情况随时变换功能选择开关SA1的挡位（选“蜻蜓”或“公蚊”挡），以取得满意的驱蚊效果。

需要指出的是，目前媒体和使用者对市售驱蚊器的使用效果评价不一。我们制作的这台电子驱蚊器，它产生的是频率固定的模拟声波，跟市场低端产品相一致。由于不同种类的蚊子对同一频率的感受程度存在着差异，所以其驱蚊效果有时相对要差些。现在市售的中、高档驱蚊器，所产生的是变频声波，即振荡频率可以在一定范围内连续、周期性扫描变化，驱跑各种蚊虫的效果相对要好些。无论怎样，我们制作的驱蚊器属于实验性的，其目的在于了解和探讨蚊子叮咬人的习性，并寻找到采用电子技术安全、无毒、有效地制止蚊虫叮咬人的最佳可行性方案，其真正的效果只有自己亲身实践了才能做出正确评判。

该电子驱蚊器工作时总电流在0.75（模拟“蜻蜓”声）~3.5mA（模拟“公蚊”声），声波声压量可达50dB，它可驱跑半径2m范围内的咬人蚊子。由于工作电流小，所以每换一粒新电池，通常可连续工作50~200h。

1.6　自动太阳能风扇凉帽

炎热的盛夏，市场上流行一种电风扇式旅游凉帽，深受广大游客和青少年的喜爱。这种凉帽的外观如图1-54所示，它由一节5号干电池、一个电源小开关和一个带有塑料风扇叶片的小电动机串联组成。闭合电源开关，电动机通电工作，风扇叶片转动，便会向戴帽者面部吹去阵阵凉风。这种电风扇式旅游凉帽，既能遮挡住照射到使用者面部的阳光，又能使人的面部享受到清凉的微风，广泛适合于夏季旅游、观赏露天体育比赛和从事各种野外活动的人员使用。

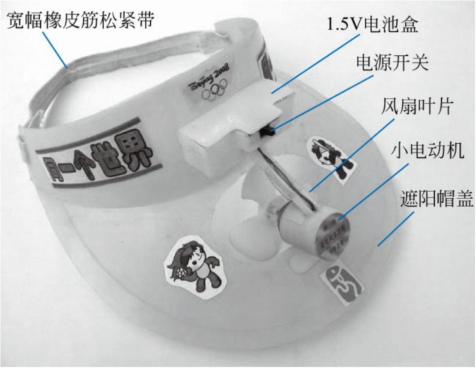


图1-54　市售电风扇式旅游凉帽

如果自己动手将这种电风扇凉帽改造成如图1-55所示的由太阳能电池供电的风扇凉帽，则不仅时尚新潮，绿色环保，而且实用有趣：当你戴着这种风扇凉帽在太阳光下行走时，小风扇自动运转，并且光照越强，它的转速越快，所产生的风力也就越强；进入房间或树荫下，小风扇自动停转。



图1-55　太阳能风扇凉帽外形图

如果你是一名学生，戴着自己亲手改造的这样一顶太阳能电池供电的风扇凉帽去参加学校或班级组织的夏令营、野外活动等，不仅能达到遮阳、凉爽、降温、解暑之目的，而且还可以通过这个小小的制作向周围同学展示一下自己“节能环保”和利用太阳能的得意之作，从而使自己成为一名引人注目的小小“节能环保”宣传员，多么有意义啊。

1.6.1　工作原理

太阳能风扇凉帽的电路如图1-56所示，它由太阳能电池板BP和带有风扇叶片的小电动机M组成。其最大特点是：线路简单，只要有太阳光照射便能工作，省去普通电风扇式旅游凉帽开关电源和更换干电池的麻烦，既经济环保，又能体现出人与自然的和谐相处，真可谓“大自然小空调”。

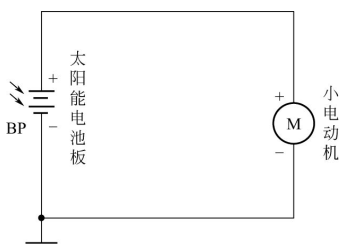


图1-56　太阳能风扇凉帽电路图

当有太阳强光照射到太阳能电池板BP上时，BP表面即发生光伏效应，其两端输出一定功率的电能，驱动小电动机M运转，由风扇叶片产生一定风力；当太阳能电池板BP接收的太阳光弱小（天空多云）时，其两端输出功率减小，小电动机M转速下降，风扇叶片产生的风力随之减小；当无太阳光照射（天阴、天黑或戴帽者进入树荫、房内）时，太阳能电池板

BP两端基本无功率输出，小电动机M自动停止运转，风扇叶片不再吹风。

1.6.2　元器件选择

该项改造总共只用了两个电子元器件，其中太阳能电池板BP需要单独购买，小电动机M及其所配风扇叶片在我们所要改装的普通市售电风扇式旅游凉帽上已经包含，所以一般不必再另外选购。

BP选用开路电压≥3V、短路电流≥70mA、外形尺寸约为80mm×65mm×6mm的成品硅太阳能电池板，其外形如图1-57所示。这种太阳能电池板已装有塑料保护框架，并从背面焊引出两根塑料电源软电线，其中红色为正极（+）引线，黑色为负极（-）引线，使用很方便。太阳能电池板的功率输出能力与其面积大小密切相关，面积越大，在相同光照条件下的输出功率也越大。一般来讲，其他尺寸或规格的太阳能电池板，只要开路电压达到3V、短路电流达到70mA，均能够在本制作中使用。

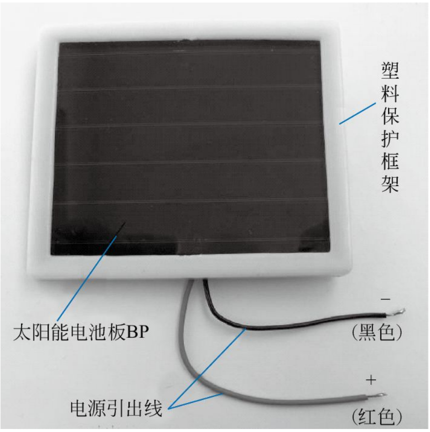


图1-57　太阳能电池板实物外形图

太阳能电池板的优劣主要由开路电压和短路电流这两项指标来衡量。业余测试方法是：将太阳能电池板放在太阳光直射的环境下，按图1-58（a）所示，用万用表测出两端输出电压，即可认为是开路电压；再按图1-58（b）所示，将万用表直接跨接在太阳能电池板两端测出输出电流，即认为是短路电流。

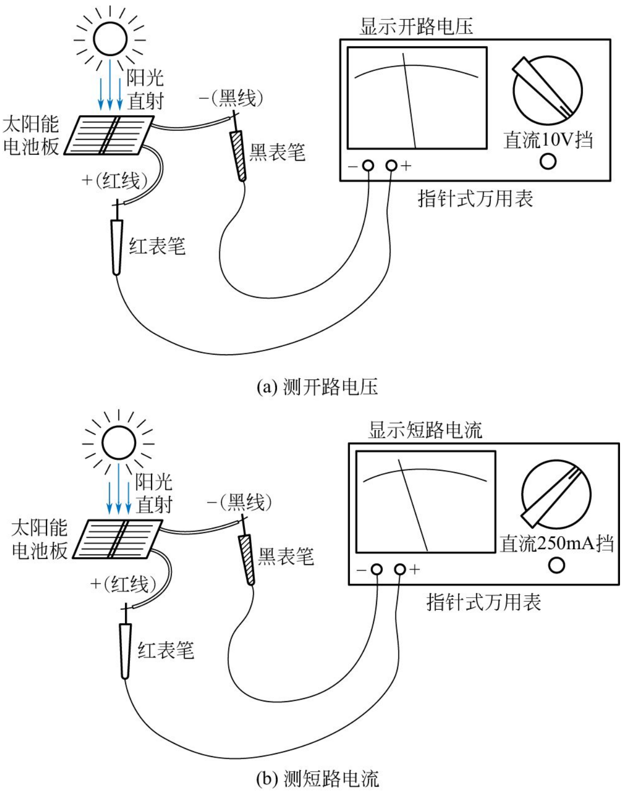


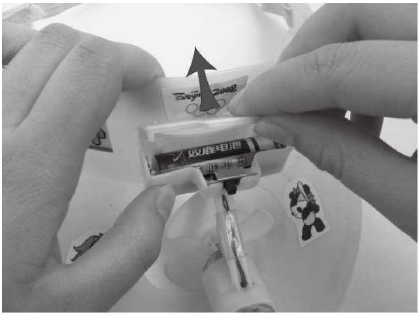
图1-58　用万用表检测太阳能电池板

1.6.3 动手制作

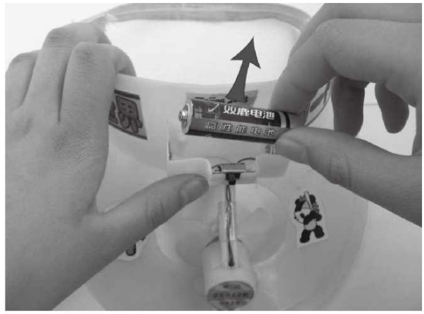
由于该制作是在普通市售电风扇式旅游凉帽的基础上进行的，所以动手做起来显得比较容易。整个制作过程可按以下三个步骤来完成。

第一步，焊接电路

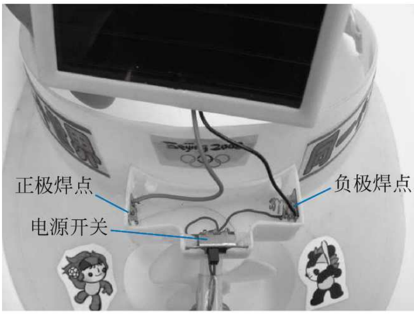
首先，按照图1-59（a）和图1-59（b）所示，将欲改造的普通电风扇式旅游凉帽上的电池盒上盖打开，取出里面的单节5号干电池不用。



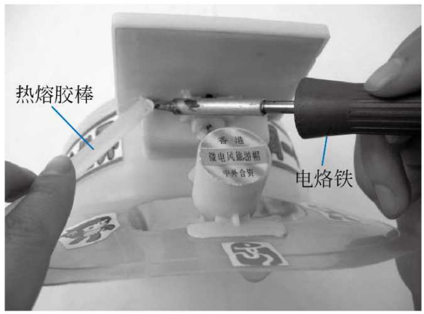
(a) 打开上盖



(b) 取出电池



(c) 焊接引线



(d) 粘电池板



(e) 完工图

图1-59　太阳能风扇凉帽的组装

然后，按照图1-59（c）所示，将太阳能电池板BP上的红色引线（正极）焊接在凉帽上原有电池架的正极端，黑色引线（负极）焊接在电

池架的负极端（有弹簧的一端）。电池盒所带的电源开关可不必拆掉，将开关始终闭合（形同一根导线）即可。

最后，按照图1-59（d）和图1-59（e）所示，将太阳能电池板BP通过热熔胶粘固在电池盒顶上。具体可到五金商店去购买一根热熔胶棒（单价1～2元），采用电烙铁加热熔化热熔胶棒的简易方法进行粘固，粘固点选择在太阳能电池板BP的背面与电池盒相交接处，数量一般取6处即可。这种采用电烙铁加热熔化热熔胶棒的简易粘固方法，既方便快捷、又牢固可靠。

第二步，美化作品

这里要说明的是，照片中所拍摄的太阳能风扇凉帽，是2008年4月间笔者进行制作时的情景。当时举世瞩目的2008年北京奥运会即将开幕，笔者以迎接北京奥运会为主题设计美化了太阳能风扇凉帽。主要做法是：在太阳能电池板BP两边帽盖的合适位置处粘贴上了大小合适、左右对称的北京奥运会主题口号——“同一个世界，同一个梦想”不干胶彩色小标语，在小电动机M两旁的帽檐和前方的适当位置处粘贴上了大小合适的北京奥运会会徽和吉祥物福娃等的不干胶彩色小贴图，使得作品更具特色和个性。事实上本文出现的所有风扇凉帽照片，全都反映出了作者事先粘贴好的北京奥运会有关图文。其中的文字小标语是作者当时在电脑上录入，并用喷墨打印机在白色不干胶粘贴纸上打印制作的，小贴图则是从学生用品商店购买来的。这样的美化方案，内容和效果看起来都还不错吧。

当然啰，如今北京奥运会早已过去多时，读者在制作过程中，可参

考上面的美化方法，任意选择主题内容，发挥自己的想象力和审美观，设计出独一无二、体现个性的美化方案来。

第三步，检验电路

装配成的太阳能风扇凉帽，只要元器件质量有保证，焊接没有错误，一般不需任何调试，便可正常工作。

万一风扇凉帽电扇叶片反转（向外吹风），说明小电动机M的正、负极性接反，只需调换一下接线位置，便可排除故障。如果使用的太阳能电池板符合要求，电路接线也没有错误，但小电动机M就是不转动或转速很慢，说明电风扇式旅游凉帽原有小电动机采用的是启动电流大、效率低的普通玩具电动机，应该换用高效率的直流小电动机，如24ZY01型（额定电压2.3V、额定转速1600r/min）等，用“随身听”上专用的1.5～2.4V小电机（不带调速电路）也行。

1.6.4　投入使用

在炎热的夏日出门可别忘记了戴上太阳能风扇凉帽，当你像如图1-60所示那样戴着这顶亲手做成的太阳能风扇凉帽外出旅游或参加学校及班级组织的郊游、夏令营等活动时，不仅能够享受到源源不断的凉意，还会引来众多羡慕的目光和赞许声。



图1-60　太阳能风扇凉帽的使用

1.7　太阳能庭院灯

说起庭院灯，大家的脑海里马上就会浮现出居民小区里的路灯或花园、草坪上的夜间照明灯等。其实一些有私家花园、屋顶花园或庭院的住户，也可以安装外形美观的庭院灯。

动手制作一盏（或多盏）如图1-61所示的太阳能庭院灯，把它像题图那样布置在庭院或花园、草坪上，用于夜晚的弱光照明和装饰环境，既时尚美观、实用有趣，又节能环保。其最大特点是不需要连接市电电源，安装非常方便，且不需要付电费。每晚天黑后这种庭院灯会自动点亮，早上天亮后又自动熄灭，省心、省钱。



图1-61　太阳能庭院灯外形图

1.7.1　工作原理

太阳能庭院灯的电路如图1-62所示，它由太阳能电池板BP、镍氢电池G、超高亮度发光二极管VD2以及晶体三极管VT1、VT2等构成的光控开关电路组成。

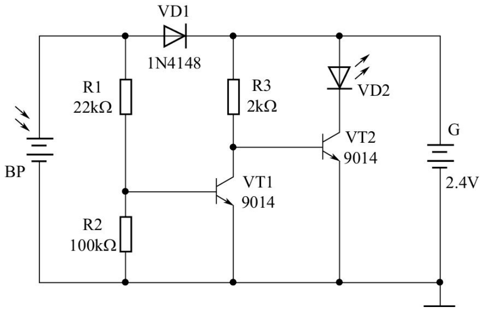


图1-62　太阳能庭院灯电路图

白天，太阳光照射到太阳能电池板BP上，BP表面即发生光伏效应，其两端输出一定功率的电能，通过隔离二极管VD1后，给镍氢电池G充电。此时，并接在太阳能电池板BP两端的分压电阻器R1、R2亦有电流通过，R2两端电压降大于0.65V，晶体三极管VT1获得合适偏流而导通，VT2因基极和发射极被VT1短路而处于截止状态，超高亮度发光二极管VD2无电不发光。夜晚，太阳能电池板BP因无光照射而停止输出电能，晶体三极管VT1失去偏压而截止，VT2通过电阻器R3从镍氢电池G两端获得足够偏流而导通，超高亮度发光二极管VD2即通电自动发光。

以上过程周而复始，镍氢电池G即白天被充电、夜晚自动放电，而超高亮度发光二极管VD2则白天熄灭、晚上点亮，从而实现了无人控制自动照明。

电路中，太阳能电池板BP既作为光-电转换器件为镍氢电池G充电，又作为光传感器控制电子开关电路工作，一物两用，既简化了电路，又降低了成本。晶体二极管VD1为隔离二极管，它只允许太阳能电池板BP对镍氢电池G充电，不允许镍氢电池G反过来通过太阳能电池板BP放电（无光照时），更不允许镍氢电池G 通过分压电阻器R1和R2放电，使光控开关电路失效——超高亮度发光二极管VD2永远无法点亮。

1.7.2 元器件选择

该制作总共用了11个电子元器件，其实物集体照如图1-63所示。

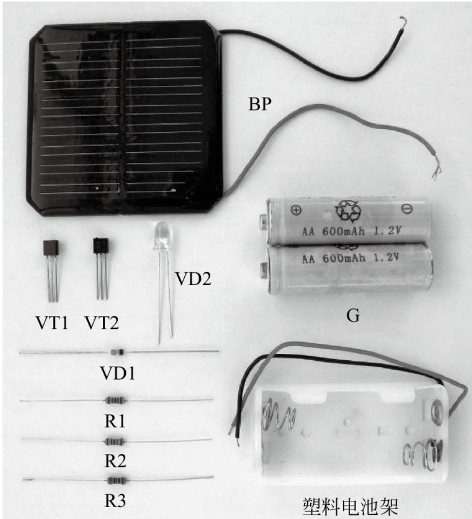


图1-63　需要准备的元器件实物外形图

BP选用开路电压4.56V、短路电流达70mA、外形尺寸是60mm×60mm×3mm的单晶硅太阳能电池板，其构成如图1-64所示。该产品由8片面积为52mm×5.5mm的单晶硅片串联组成，出厂时已贴附在环氧基板上，并在表面封涂了一层多酚树脂加以保护；板的背面焊引出两根塑料软电线，其中红色为电池的正极引线，黑色为电池的负极引线。一般来讲，其他尺寸或规格的太阳能电池板，只要开路电压达到4.5V、短路电流达到70mA，均能够代替使用。

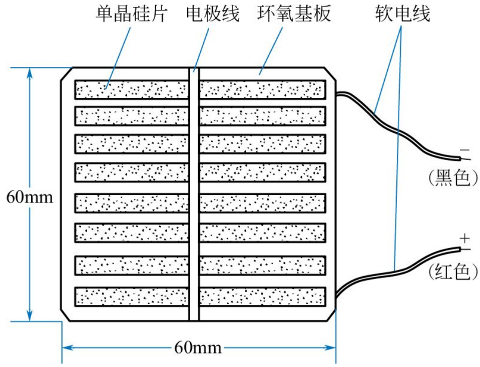


图1-64　太阳能电池板构成图

太阳能电池板的功率输出能力与其面积大小密切相关，面积越大，在相同光照条件下的输出功率也越大。太阳能电池板的优劣主要由开路电压和短路电流这两项指标来衡量。业余测试方法是：参见本书前面图1-58，将太阳能电池板放在太阳光直射的环境下，用万用表测出两端输出电压，即可认为是开路电压；再将万用表直接跨接在太阳能电池板两端测出输出电流，即认为是短路电流。

晶体管VT1、VT2均选用9014（集电极最大允许电流$I_{CM}=0.1A$，集电极最大允许功耗$P_{CM}=310mW$）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta\geq100$。

VD1用1N4148型硅开关二极管；VD2宜用ϕ 5mm或ϕ 10mm散射型超高亮度黄色发光二极管，其典型正向工作电压为1.8～1.95V（工作电流为20mA时测试），最大工作电压为2.5V，外形和引脚极性识别方法跟普通发光二极管完全一致。需要向读者说明的是：超高亮度白色发光二极管不适合在这里应用，因为它的典型工作电压高达2.8～3.6V，而镍氢电

池G的供电电压只有2.4V，所以将白色发光二极管接入电路后是不会被点亮发光的。

R1～R3全部采用RTX-1/8W型碳膜电阻器，标称阻值依次为22kΩ、100kΩ和2kΩ。

G用两节HR6型（5号）、公称电压1.2V、容量≥600mAh的镍氢电池串联而成，为方便安装应配上合适的塑料电池架。G也可用两节5号、容量≥600mAh的镍镉电池串联而成，但由于镍镉电池存在较为严重的记忆效应，实际使用效果远不如镍氢电池。

1.7.3　动手制作

整个太阳能庭院灯的制作，可划分成电路板的制作、外壳的选配、灯体的组装、电路的检测与调试四大步骤来完成，现分步介绍如下。

第一步，电路板的制作

如图1-65所示为该太阳能庭院灯的印制电路板接线图。注意：铜箔及焊接面朝读者，元器件在印制电路板的背面。印制电路板实际尺寸约为55mm×18mm，可用刀刻法制作而成。如图1-66（a）所示是已制成的印制电路板实物图，如图1-66（b）所示是焊接好元器件（注意：太阳能电池板BP暂不焊接）的印制电路板实物图。

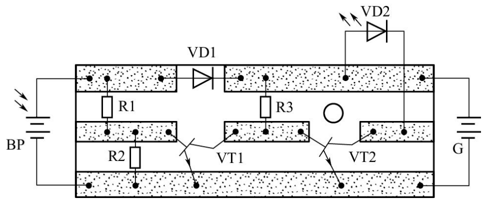
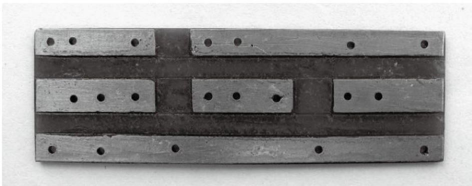
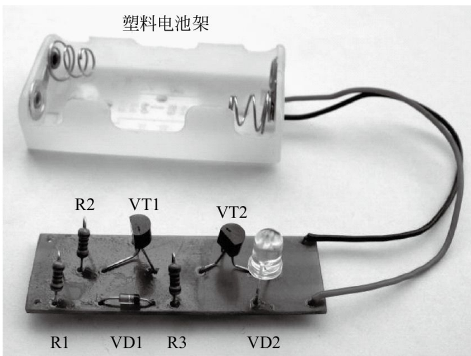


图1-65　太阳能庭院灯印制电路板接线图



(a) 刀刻法制成的电路板



(b) 焊接上元器件的电路板

图1-66　印制电路板实物图

第二步，外壳的选配

业余条件下制作成功太阳能庭院灯的最大难点，在于无法获得既美观、又实用的外壳，尤其是理想的灯罩。笔者费了很大的精力和时间，通过用多种材料对比试验，终于找到了一种比较满意的方案：采用如图1-67

所示的市售容量为1.5L的饮料空瓶进行加工改造，其大小合适、瓶体塑料无色透光性较好、改造后的形状比较美观，从而较好地解决了这一难题。饮料瓶的加工改造及整体装配示意图如图1-68所示，具体加工流程如下。



图1-67　饮料空瓶

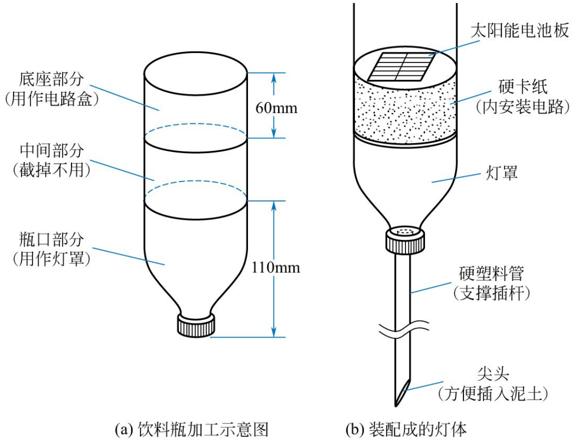


图1-68　用饮料瓶制作太阳能庭院灯示意图

首先，按图1-69所示对饮料瓶进行加工改造。具体可对照图1-68（a）所给定的尺寸，在饮料空瓶上用铅笔或小刀画出两根同心圆切割线，用剪刀截掉瓶体中间一段不用，使保留的瓶底座部分能够正好套在瓶口部分。



(a) 剪切底座部分



(b) 剪切瓶口部分

图1-69

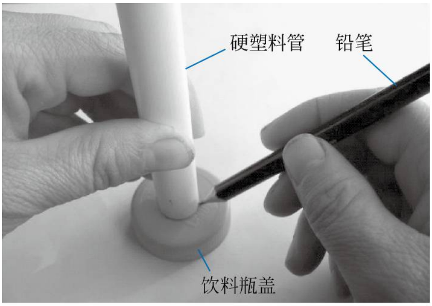


(c) 剪切好的饮料瓶

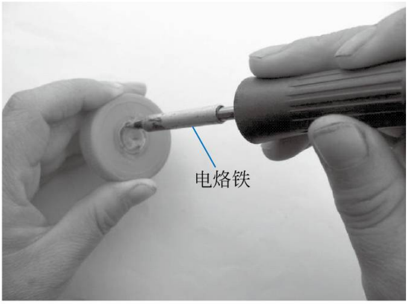
图1-69　饮料瓶的剪切

其次，按照图1-70所示，给饮料瓶盖装上一段外径约16mm、长约80cm的电工用UPVC阻燃型硬塑料穿线管（建材商店有售），作为灯体支

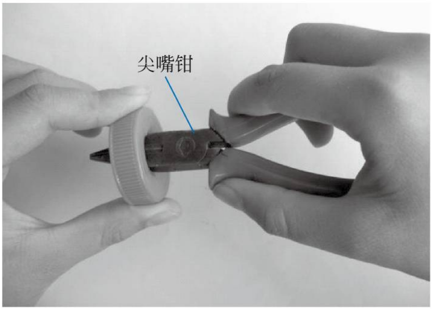
撑插杆。具体可先按图1-70（a）所示，将所选塑料管的一端扣压在饮料瓶盖的中间位置，用铅笔沿管口在瓶盖上画出一个圆圈；再按图1-70（b）所示，用加热的电烙铁头沿所画圆圈的里侧（注意：保持2mm距离）“切割”出小圆孔；按图1-70（c）所示，用小尖嘴钳头用力“钻”小圆孔（要点：一边用力往小圆孔里顶小尖嘴钳，一边不停地旋转尖嘴钳），使小圆孔的口径扩大至铅笔所画出的圆圈；接着按图1-70（d）所示，将塑料管一端插入瓶盖所开的圆孔；按图1-70（e）所示，用热熔胶粘固瓶盖里外与塑料管的接合处，使塑料管和制成以后的灯体能够通过拧紧的瓶盖牢固为一体。



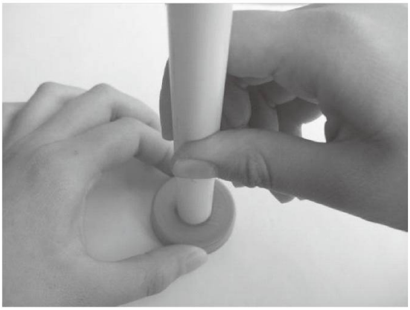
(a) 画圆圈

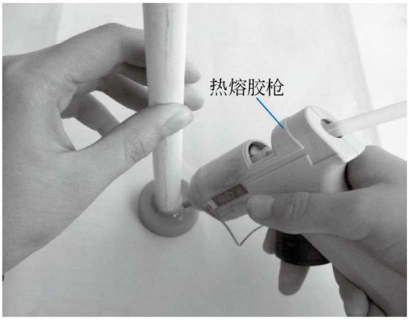


(b) 开圆口



(c) 扩口径

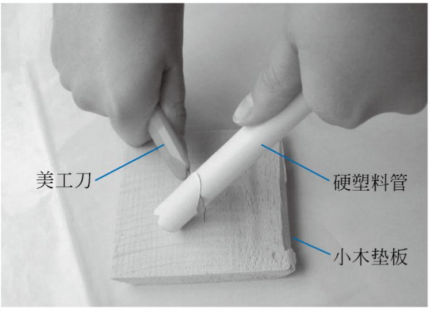

(d) 插塑料管



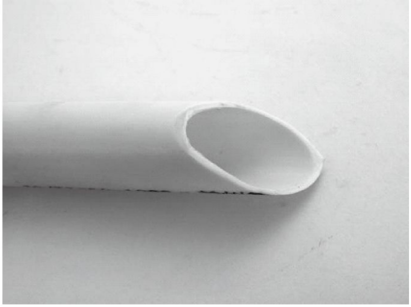
(e) 上热熔胶

图1-70　在饮料瓶盖上粘固塑料插杆

最后，按照图1-71所示，将塑料管的另一端用锋利的美工刀削割成斜截面，以便在实际使用中能够很容易地插进泥土中去。



(a) 削割斜截面



(b) 形成的尖头

图1-71　削割插杆尖头

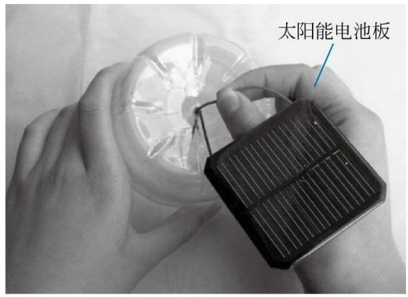
第三步，灯体的组装

首先，按照图1-72所示，在饮料瓶的底座上固定并密封太阳能电池板BP。具体可按图1-72（a）所示，在饮料瓶底的中心位置处用电烙铁烫

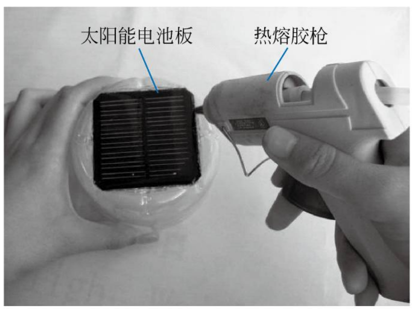
开一个穿线小孔；按图1-72（b）所示，从外向里穿入太阳能电池板BP的两根引线；按图1-72（c）所示，用热熔胶（如无热熔胶枪可直接用电烙铁加热热熔胶棒）将太阳能电池板BP粘固在底座外面。为了防止使用中雨水浸湿内部电路板等，太阳能电池板BP的引线入口处及其板体四周均应全部用热熔胶密封起来才行。



(a) 烫引线孔



(b) 穿引线



(c) 粘固太阳能电池板

图1-72　太阳能电池板的安装

或许有的读者要问：为何不将太阳能电池板BP直接装入灯罩内呢？这样不但安装起来省事，而且有效解决了雨水淋湿问题。原因是：尽管这样太阳能电池板BP能够工作，但实践证明塑料灯罩对光线具有反射和吸收作用，将会影响太阳能电池的转换效率，所以不推荐这种安装方案。

接下来，按照图1-73所示，在饮料瓶的底座内固定印制电路板和塑料电池架（用于装镍氢电池G）。具体可按图1-73（a）所示，在分清太阳能电池板两根引线的正、负极极性后，将线头正确焊接在印制电路板上；按图1-73（b）所示，用热熔胶将塑料电池架和印制电路板粘固在饮料瓶的底座内；为了美观，可按图1-73（c）和图1-73（d）所示，在饮料瓶底座的内壁衬上φ　86mm×50mm的有色硬卡纸圈，使人从外边看不到里面的电路部分。

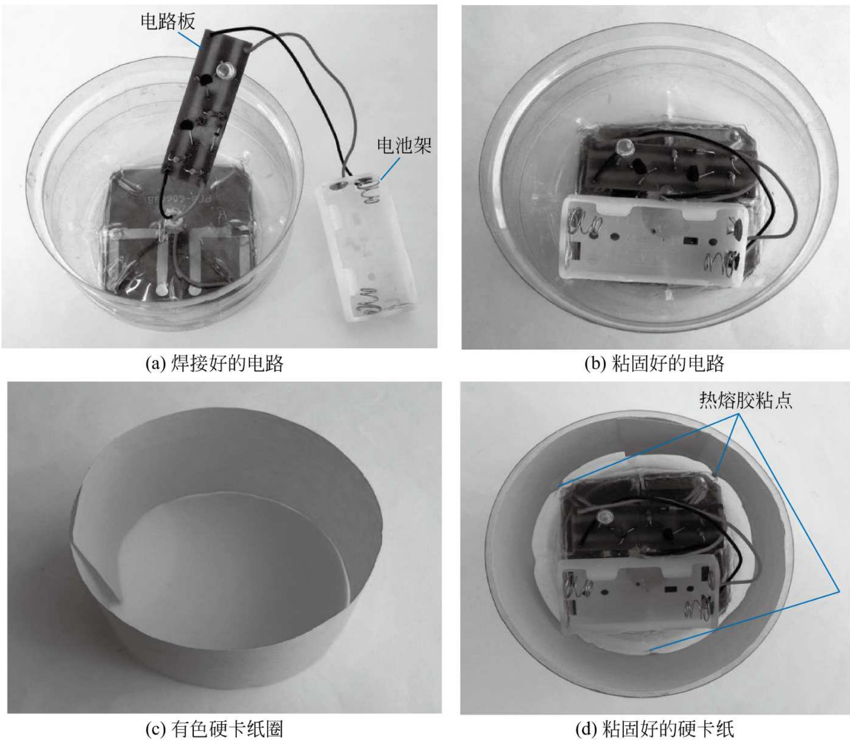
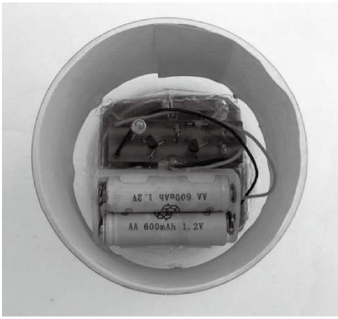


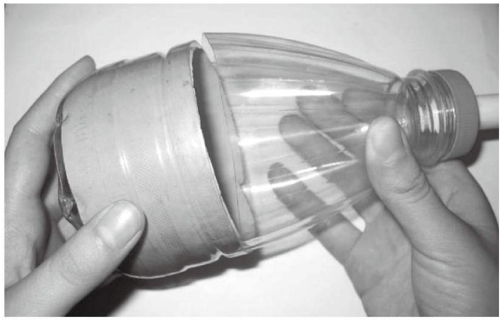
图1-73　电路部分的安装

最后，进行灯体组装。按照图1-74（a）所示，将两节充有电的镍

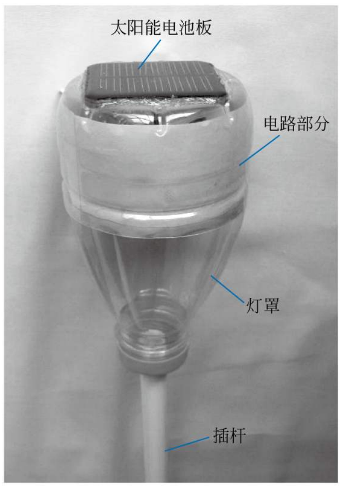
氢电池G放入饮料瓶底座腔内的电池架上去，并按图1-74（b）所示，将饮料瓶的底座部分套在瓶口部分。组装好的灯体如图1-74（c）所示。



(a) 装好的镍氢电池



(b) 套装灯罩



(c) 组装好的灯体

图1-74　太阳能庭院灯的组装

第四步，电路的检测与调试

装配成的太阳能庭院灯，只要元器件质量有保证，焊接无误，电路无需任何调试，便可投入使用。当白天用手（或黑布等）完全蒙住太阳能

电池板BP时，灯内超高亮度发光二极管VD2会自动发光；手拿开时即会自动恢复熄灭状态，这可用来判断和检验太阳能庭院灯的工作是否正常。

如果发生天还没有完全黑或阴雨天灯就亮的现象，可通过适当减小电阻器R1的阻值来加以调整；反之，如果天黑了灯还不亮，可通过适当加大电阻器R1的阻值来加以调整。如果灯始终发光，说明不是晶体三极管VT1的引脚接反，便是所用管子的电流放大系数β 值太小，应予以纠正或换用β 值大的管子一试；如果灯始终不发光，可重点检查晶体三极管VT2、超高亮度发光二极管VD2的引脚是否接反，电阻器R3是否开路等，并予以排除。

1.7.4 投入使用

该太阳能庭院灯发光时工作电流实测约为20mA。一般晴天充上电后，连续照明一个晚上是没有任何困难的。在连续晴天后遇到一天阴雨天，可正常照明不中断；如果遇到数日阴雨天，镍氢电池G会充电不足，当它供电电压下降至2V以下时，超高亮度发光二极管VD2会自动停止发光，从而避免了镍氢电池G过放电。实验证明，对于容量是600mAh的镍氢电池G，在充足电后可连续点亮VD2长达30h。

使用时，将太阳能庭院灯插在院子或花园、草坪的泥土上，注意避开遮挡太阳光的物体或花木，做到白天太阳光尽可能长时间地直射到灯顶面的太阳能电池板即行。如图1-75所示是笔者在自家四合院内实际使用时的效果图。由于太阳能电池板上落有灰尘等时，会影响光-电转换效率，所以还要注意定期做好清洁工作。


(a) 插在院子花园边的情景


(b) 夜晚发光效果

图1-75　太阳能庭院灯的使用

1.8　创意感应式小夜灯

夜里起床上卫生间时，开着大灯既刺眼又影响身边正在熟睡的人，摸着黑又磕磕碰碰不安全；同样，半夜醒来开大灯看时间时，强光刺激，不仅影响身边的人，而且也会使自己睡意全无。另外，深夜用电脑上网时开着大灯，也会影响家人休息，关灯后操作键盘又的确不方便；家里突然停电，四周一片漆黑时，急需要一台电池供电的应急照亮小灯……

这盏创意感应式小夜灯的外形如图1-76所示，它能够很好地解决上面这些生活中人人都会遇到的难题。该灯功率只有0.7W左右，其造型独特、发光柔和、低耗能、寿命长，具有人动即亮，人不动或离开延时自动熄灭的特点，并且人体有效探测距离可在3～7m范围内连续调节，每次延时时间可在200s内连续调节。



图1-76　感应式小夜灯外形图

1.8.1　工作原理

感应式小夜灯的电路如图1-77所示，它主要由人体红外感应模块（也叫热释电红外探测器）A1和USB小灯A2等组成。

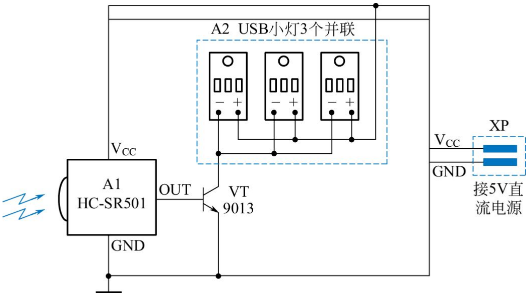


图1-77　感应式小夜灯电路图

A1是一种基于红外线技术的自动控制模块，它能以非接触方式检测出运动人体所辐射出来的红外光，并将其转化为正脉冲电信号输出；同时，它还能有效地抑制人体辐射波长以外的红外光和可见光的干扰。A2为

三个成品USB小灯并联构成的LED小灯（见虚线框内所示），只要给它接通5V直流电源，便能发出照明光。VT为晶体三极管，这里起电子开关的作用。

当通过插头XP给如图1-77所示的电路接上5V直流电时，电路自动进入待工作状态。此时，人体红外感应模块A1的输出端OUT处于低电平，晶体三极管VT因无合适偏流而处于截止状态，USB小灯A2无电不发光。一旦有人进入人体红外感应模块A1的有效探测区域时，其输出端OUT输出高电平，晶体三极管VT获得合适偏流而处于饱和导通状态，USB小灯A2通电发光，实现了“人动灯亮”。经过一段时间（延时时间），如果人体红外感应模块A1未能再次探测到人体活动，则其输出端OUT自动跳变为低电平，晶体三极管VT因无合适偏流而恢复到原来的截止状态，USB小灯A2即断电停止发光，实现了“延时自动熄灯”。

由于人体红外感应模块A1还具有优先光控功能，所以白天即使有人在有效探测范围内活动时，USB小灯A2并不会发光。只有周围环境光线暗到一定程度后，人体活动才会触发USB小灯A2自动点亮，从而实现“白天灯始终不亮，晚上才会进入人动灯亮并延时自动熄灯”的工作模式。

电路中，5V直流供电电源是通过带引线的USB插头，直接从普通手机电源适配器（充电器）插口或电脑USB插口、移动电源（俗称“充电宝”）USB插口直接获得的，安全可靠，灵活方便。

1.8.2　元器件选择

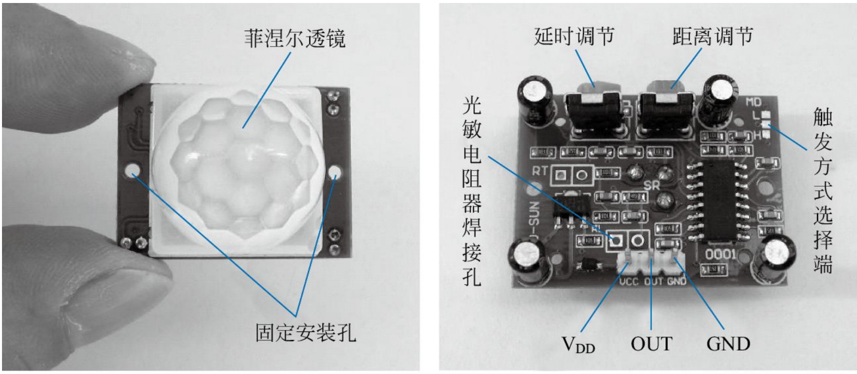
如图1-78所示给出了所用电子元器件的实物外形图，读者可逐一对

照配齐，一般花15元钱（不含电源适配器）即可购买到。



图1-78　需要准备的元器件实物外形图

A1选用HC-SR501型人体红外感应模块（也叫热释电红外探测器），它将菲涅尔透镜、热释电传感器、单片数模混合集成电路组合在一起，构成了一个坚固、小巧、易安装的“一体化”器件。HC-SR501型模块的外形如图1-79所示，其双面电路板尺寸仅为32mm×24mm；电路板正面装有φ　23mm的半球形菲涅尔塑料透镜，并在水平安装方向开有两个φ 2mm的固定螺丝钉穿孔；电路板背面除安装有各种元器件外，还给出探测距离（灵敏度）调节电位器、延时时间调节电位器、触发方式选择“焊盘”（已默认可重复触发模式）和3个引出脚——电源正极端V_{DD}、信号输出端OUT、公用地端GND。



(a) 正面　　　　(b) 背面

图1-79　HC-SR501型模块构成图

HC-SR501型模块的主要特性参数见表1-1，其使用简单方便，只要给模块的电源正极端V_{DD}和公用地端GND之间接上4.5～20V直流电，它便能够以非接触形式探测出移动人体辐射出来的红外线变化量，并通过内部电路将其转换成相应的高电平信号，通过信号输出端OUT输出，以作为稳定可靠的自动控制信号，方便地与各类控制电路进行对接，实现各种用途的自动化控制。由于HC-SR501型模块是靠感应热释红外线工作的，所以在夜间也能很容易地检测到运动的人体。该模块属于微功耗产品，所以特别适合干电池供电的电路使用，是值得推荐给电子爱好者使用的一种理想的人体红外感应探测模块。

表1-1　HC-SR501型模块的主要特性参数

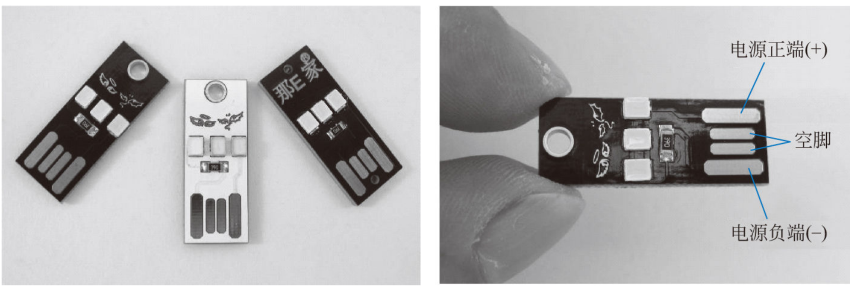
项目	参数值
工作电压范围	直流 4.5 ～ 20V
静态电流	＜ 50μA
电平输出	高电平 3.3V、低电平 0V
触发方式	选 L 端：不可重复触发，选 H 端：重复触发（默认）
延时时间	0.5 ～ 200s（可连续调节）
感应封锁时间	2.5s（默认）
菲涅尔透镜尺寸	半球形、半透明、ϕ23mm
模块尺寸	32mm（长）×24mm（宽）×25mm（高）
最大检测距离	≤ 7m（可在 3 ～ 7m 范围内连续调节）
水平检测角度	≤ 100°（扇形）
工作温度	-15 ～ +70℃

需要说明的是，HC-SR501型模块的光控功能在出厂时并没有完全设定好，在启用该功能时必须在模块电路板上所给出的专门焊接孔内焊接上一个光敏电阻器RL，参见后面图1-84（h）所示，这样才会使模块具有优先光控功能。如果不焊接这个光敏电阻器RL，则模块不具备“白天或光线强时不感应工作”的功能。

另外，HC-SR501型模块背面所提供的触发方式选择“焊盘”，出厂时默认接可重复触发模式（见图1-79）。如果需要改接成不可重复触发模式，则需要用小刀割断电路板上连接“H”焊盘和中间焊盘的细铜箔线，然后把最上方标有“L”的焊盘和中间焊盘用熔化的焊锡“短路”即可。由于本制作采用的是默认的可重复触发模式，所以无需对模块的触发方式进行任何改动。

A2选用3只成品USB小灯并联构成。这种普通USB小灯一般多采用3个贴片式2835发光二极管并联，再串联一个阻值39Ω的贴片式限流电阻

器，在印制电路板上贴焊而成，可直接插入电脑的USB插口（像使用U盘那样方便）、手机5V充电器USB插口和移动电源USB插口点亮，可作迷你小夜灯、笔记本电脑键盘灯等使用。这种USB小灯网上大量销售，很容易购买到，而且价格便宜，每个仅1元钱左右。如图1-80所示就是几种USB小灯的外形及引脚识别图。由于这种USB小灯的功率一般只有0.2W左右，为了提高亮度，本制作采用3只相同的USB小灯并联，以构成功率约0.6W、工作电流约120mA的灯组。采用USB小灯作为发光源的好处不仅在于简化了接线，而且免去了初学者制作印制电路板的麻烦。读者购买时注意，USB小灯一般有正白光、暖白光之分，可根据自己喜好任意选择。



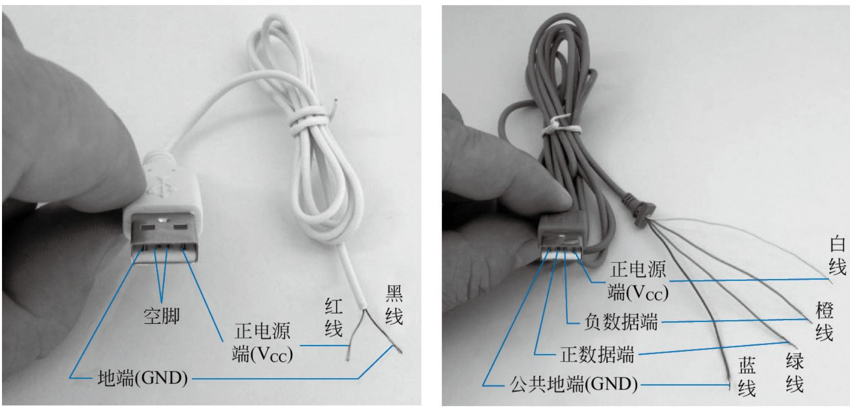
(a) 几种外形　　(b) 引脚识别

图1-80　成品USB小灯

VT选用9013（集电极最大允许电流I_{CM} =0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} =625mW）或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率晶体三极管，要求电流放大系数β >100。

RL用MG44-03型塑封光敏电阻器，其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的光敏电阻器也可代用。

XP选用带1m左右双股引线的USB电源插头，它有正电源端（V_{CC}）和地端（GND）两根接线。如果采用带数据线的4芯USB插头（如鼠标、键盘专用USB插头），则只要空悬其中正数据端（＋DATA）和负数据端（-DATA）两根引线不用，仅用正电源端（V_{CC}）和公共地端（GND）两根接线即可。USB插头的引脚识别如图1-81所示，焊接时不可弄错。



(a) 电源插头　　(b) 数据插头

图1-81　USB插头的引脚识别

关于感应式小夜灯所用的5V直流电源，实际上根本不需要专门购买，家中常见的普通220V交流电输入、5V直流电压输出，最大输出电流不小于300mA、带有USB输出插口（母插）的成品电源适配器或手机充电器均可直接使用。另外，根据不同的用途和使用场所，手机移动电源（俗称“充电宝”）、正在工作中电脑的USB插口等，均可成为感应式小夜灯的“取电”对象。

除了准备以上元器件外，还需要给人体红外感应模块A1配备上2套

规格是M2×12mm的固定螺钉和螺母。另需要准备长度为30cm的红色、黑色塑料细焊接电线各一根。

1.8.3　动手制作

该感应式小夜灯的制作可分为选配塑料外壳、焊装电路、通电调试三大步来完成。下面按制作步骤和流程逐一介绍。

第一步，选配塑料外壳

感应式小夜灯的外壳选择至关重要，它直接关系到作品的创意水平、迷人程度和使用效果。笔者采用了如图1-82所示的戴圆帽子卡通娃娃造型的塑料糖果罐——这种装过小孩喜食糖果的塑料罐，上半部分为黄色半透明塑料，下半部分为白色全透明塑料，用作灯外壳不仅漂亮活泼，而且透光性良好。当然，读者不一定非得完全选用图示的外壳，可以专程去超市或食品店，选购自己喜欢的壳体透光性好、造型别致、大小适中的塑料罐装食品等，以获取称心如意的灯外壳。如果家中有现成的类似塑料空罐，则直接拿来使用更方便。



(a) 市售罐装糖果　　(b) 获得的空外壳

图1-82　塑料外壳的选择

外壳选择好后，需要按照图1-83所示，在外壳开出“一大三小”的菲涅尔透镜伸出孔、人体红外感应模块A1的固定安装孔和USB电源插头XP的穿线孔，并配一个直径略小于罐口外径的透光塑料圆片，才能用作灯外壳。具体做法如下。



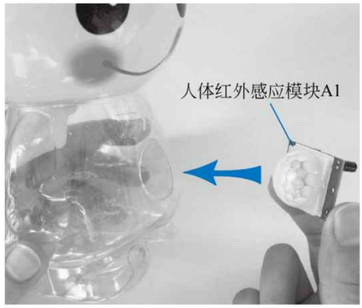
(a) 画出圆孔线



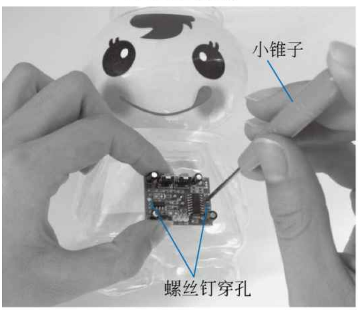
(b) 沿内线烫开



(c) 用锉刀打磨



(d) 套止A1模块



(e) 定位螺钉孔



(f) 用电钻打孔

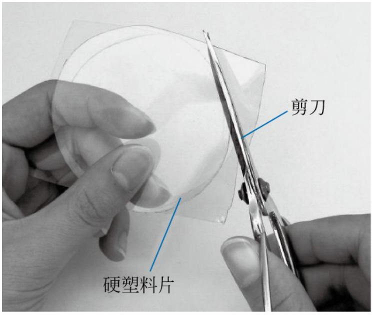


(g) 钻出穿线孔



(h) 画出剪切线

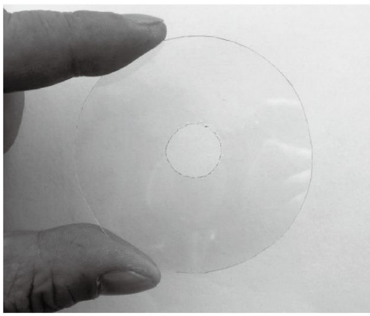
图1-83



(i) 剪取小圆片



(j) 正好扣罐口



(k) 完成图

图1-83　塑料外壳的改造

首先，按照图1-83（a）所示，在塑料卡通“娃娃”外壳的正面“胸部”中心位置，通过普通圆规等工具，画出直径24mm的圆形开孔线。并按照图1-83（b）所示，用发热的电烙铁头沿所画开孔线的里侧烫外壳塑料一圈（注意不要烫到画线或画线以外的部分），以开出略小于画线且并不圆滑的安装孔。按照图1-83（c）所示，用半圆形小锉刀锉磨掉开孔线及其以内的外壳塑料，使孔边沿圆滑、孔口径达到标准的24mm。再按照图1-83（d）所示，将人体红外感应模块A1上的半球形菲涅尔塑料透镜由外

向里套在所开的圆孔内，并按照图1-83（e）所示，在外壳水平方向用小锥子扎出A1电路板上两个固定螺丝钉穿孔所正对着的位置，确定出外壳上准确的开孔位置。接着按照图1-83（f）所示，用小电钻在外壳所扎出的两个点上打出φ　2mm的小圆孔。这样，人体红外感应模块A1在外壳上的固定安装孔就开好了。

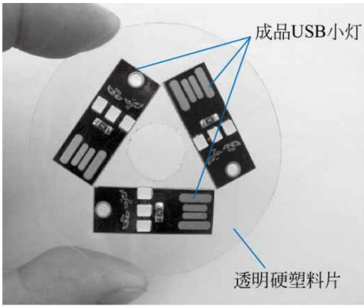
然后，按照图1-83（g）所示，用小电钻在外壳背面靠近底座的位置打出一个φ 3mm的小孔，作为USB电源插头XP的穿线孔。如果读者手头没有合适的小电钻，该孔和图1-83（f）所示的两个φ　2mm小孔，均可直接用尖头电烙铁烫开，只是操作起来要小心仔细，不然孔径烫大或烫偏就不好安装了。烫出的小孔，可用锋利的小刀进行孔口边沿的修整。

最后，找一块面积不小于8cm×8cm的透明硬塑料片（可取自商品塑封包装盒），按照图1-83（h）所示，将外壳原有的圆罐口倒扣在透明硬塑料片上，用铅笔沿罐口在塑料片上画出一个大圆圈。再按照图1-83（i）所示，用剪刀沿画线内侧剪除圆圈及以外的塑料片，以获得能够像图1-83（j）所示那样刚好扣在外壳原有罐口的硬塑料圆片。接下来，在塑料圆片的中间位置用铅笔画出一个约φ　15mm的同心圆圈，用小刀割除（或用电烙铁头烫去）同心圆圈内的塑料片，即获得图1-83（k）所示的透光塑料圆片。

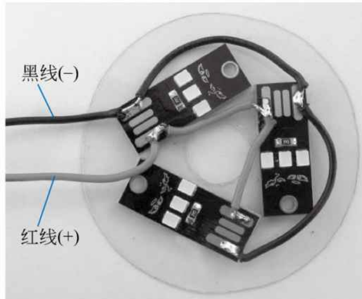
第二步，焊装电路

焊装电路的过程实际上包含了小夜灯电路的焊接和组装全过程，其具体流程如图1-84所示。这是整个制作的关键环节，应仔细焊接，避免错

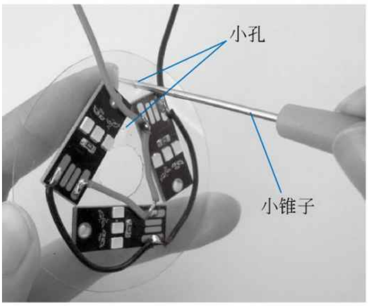
焊、虚焊、假焊的发生，确保通电后感应式小夜灯能够一次性点亮。



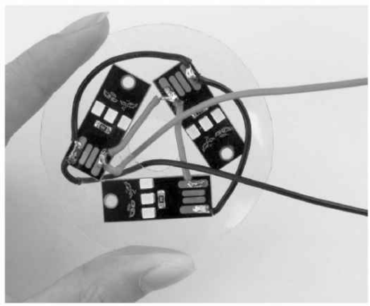
(a) 粘上小灯



(b) 焊好引线



(c) 扎出线孔



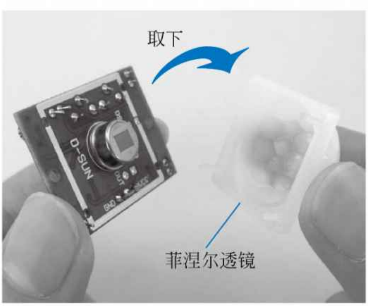
(d) 穿好引线



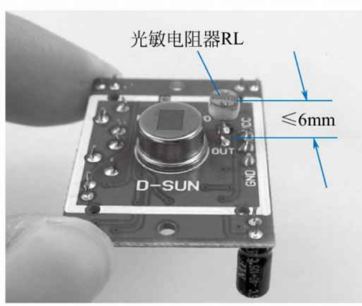
(e) 穿电源线



(f) 打出线结

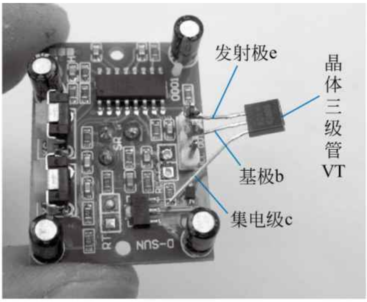


(g) 取下透镜

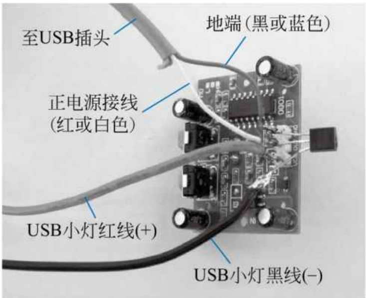


(h) 焊接好RL

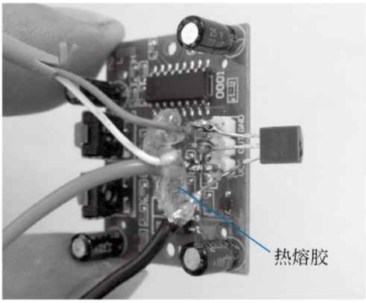
图1-84



(i) 焊三极管



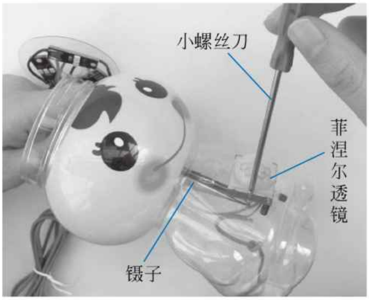
(j) 焊接引线



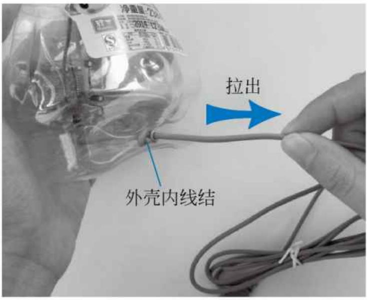
(k) 粘固引线



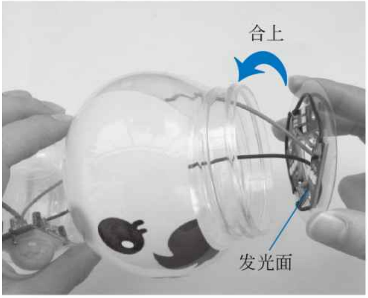
(l) 完整电路



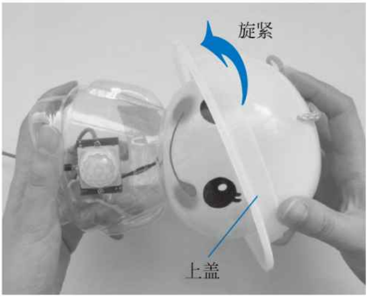
(m) 固定模块



(n) 拉紧引线



(o) 合上小灯



(p) 旋紧上盖



(q) 大功告成

图1-84　电路焊装流程

首先，进行USB小灯A2的组装。按照图1-84（a）所示，采用热熔胶（可用电烙铁直接加热普通热熔胶条的简便方法获取）、强力胶或双面不干胶带，将准备好的3只成品USB小灯粘贴在上面所剪取的透光塑料圆片上。并按照图1-84（b）所示，通过长约30cm的红色塑料细电线将3个USB小灯的正电源端依次焊接通，通过相同长度的黑色塑料细电线将3个USB小灯的负电源端依次焊接通。为防止电线齐焊接点根部扭断，可按图1-84（c）所示，在各引线焊接点旁边的塑料片上用锥子各扎出一个小孔。按照图1-84（d）所示，将红、黑引线穿过各自的小孔，再穿出大孔。这样，简便、实用的USB小灯A2就组装好了。

然后，进行USB电源插头线XP的安装。按照图1-84（e）所示，将带有长1m左右双股引线的USB电源插头线穿入塑料外壳上的穿线孔，并暂时从原罐口伸出接线头部分。为固定USB电源插头线，应按照图1-84（f）所示，在距线头约9cm处打个线结，防止使用中焊接头被灯外引线拉扯断。

其次，焊接光敏电阻器RL。按照图1-84（g）所示，取下人体红外感应模块A1上的菲涅尔透镜。并按照图1-84（h）所示，在电路板所给出的2个空焊脚上不分极性焊接上光敏电阻器RL（注意：不要跟电路板上标有RT字样的另外2个预留焊接温度补偿电阻器的空脚相混淆），要求其在电路板上的高度不超过6mm，以免影响菲涅尔透镜的正常安装。光敏电阻器RL焊接好以后，按照图1-84（g）所示的逆过程重新装好菲涅尔透镜即可。

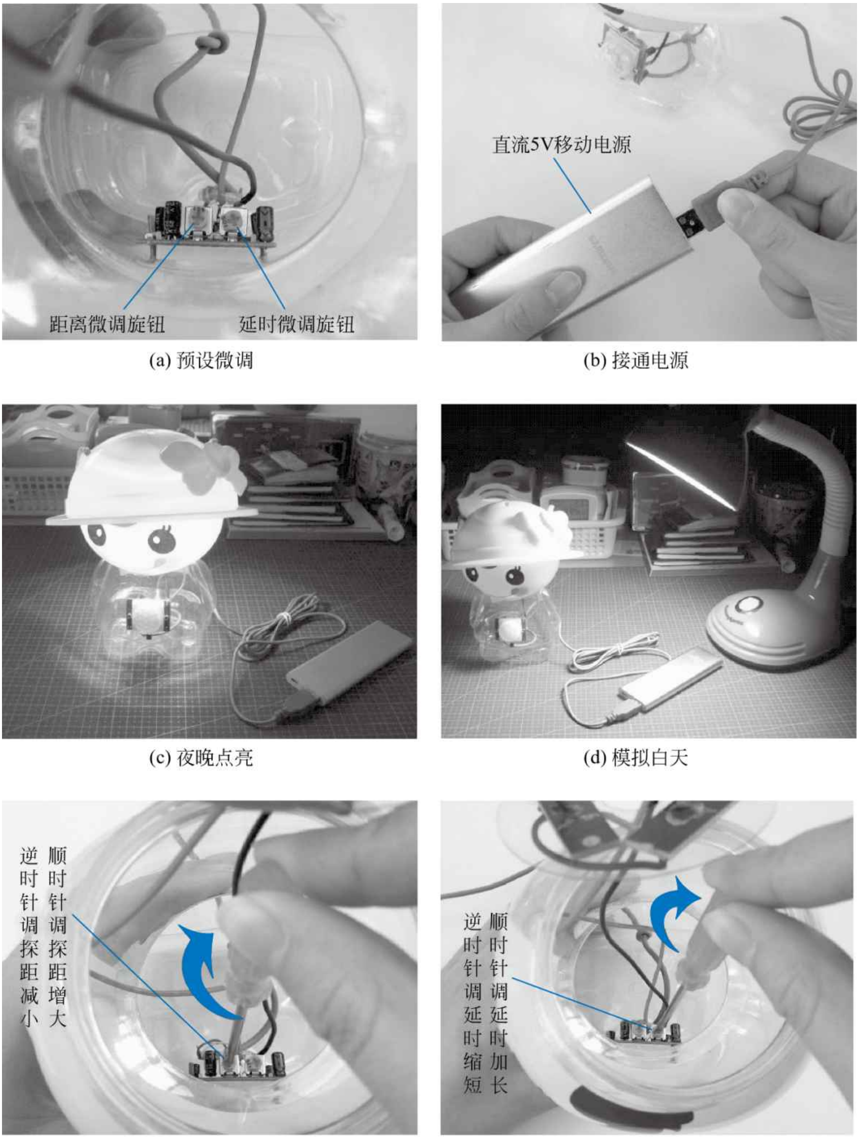
接下来，进行整个电路的焊接。按照图1-84（i）所示，在人体红外感应模块A1的接线端（3脚插针）上焊接晶体三极管VT的基极b和发射极e，注意基极b焊接在中间的接线端（输出端OUT）、发射极e焊接在电源负极端（即GND端）。按照图1-84（j）所示，将前面组装好的USB小灯A2的正电源接线（红色引线）和USB电源插头XP的正电源接线（一般为红色或白色引线），一并焊接在人体红外感应模块A1的电源正极端（即V_{CC}端）。将USB电源插头XP的负电源接线（即地端接线，一般为黑色或蓝色引线），加焊到人体红外感应模块A1的电源负极端（即GND端）上。将USB小灯A2的负电源接线（黑色引线）焊接到晶体三极管VT的集电极c上。为避免焊接处发生碰头造成短路，或焊接线在剥皮处扭断，应按照图1-84（k）所示，用热熔胶（可用电烙铁加热普通热熔胶条的简便方法获取）将各焊接引线粘固在一起，或者焊接前事先给各组引线套上合适的塑料绝缘管。焊接好的整个电路如图1-84（l）所示。

最后，进行电路的总装。按照图1-84（m）所示，通过两颗带螺丝帽的M2×12mm螺钉，将人体红外感应模块A1固定在外壳预先开出的安装孔内。安装时注意，螺钉由外往里插入外壳，人体红外感应模块A1由里

向外伸出菲涅尔透镜，并将焊接有两个微调电位器的一端朝向外壳罐口，以便于以后通过小螺丝刀进行调节。由于外壳罐口较小、且距安装孔口较远，人手无法直接进入罐内扶持人体红外感应模块A1和螺母进行安装，所以必须借助合适的镊子夹持螺母进行安装，实际操作时具有一定难度，需要有耐心和一定的技巧，才能顺利完成安装。按照图1-84（n）所示，从外面拉动USB电源插头XP的引线，使外壳内的线结移动至壳体的穿线孔处。按照图1-84（o）所示，将粘贴在塑料圆片上的USB小灯A2扣合在外壳原罐口上，并按照图1-84（p）所示，旋紧外壳上盖，焊装工作即大功告成。

第三步，通电调试

焊装好的电路，应对照电路图反复检查，确认焊接无误后，即可按照图1-85所示，通电检验并进行必要的调试。



(a) 预设微调　(b) 接通电源

(c) 夜晚点亮　(d) 模拟白天

(e) 调节延时　(f) 调节距离

图1-85　通电调试方法

调试最好在晚上（或拉住窗帘的暗室内）进行，并确认感应式小夜

灯内部人体红外感应模块A1上的两个微调电位器的旋钮，一个（距离调节）处于“中间”位置，一个（延时调节）处于逆时针方向的“最小”位置，如图1-85（a）所示。这样小夜灯可感应到人体红外感应模块A1正前方约5m以内的人体移动，并且小夜灯每次延时点亮的时间不小于0.5s。如果发现厂家预置的微调电位器调节旋钮位置不是这样，可通过小螺丝刀调至所要求位置，以利于快速调试。

调试时，首先按照图1-85（b）所示，将感应式小夜灯的USB电源插头XP，插入现成的带有USB插口的直流5V移动电源或输出5V直流电的交流电源适配器上，即给感应式小夜灯接通5V直流电源，则在如图1-85（c）所示的黑暗环境中，感应式小夜灯在正常情况下会自动点亮0.5s，随之自动熄灭。如果在感应式小夜灯的正前方动一下身体，则小夜灯会再次延时点亮；如果持续活动身体，小夜灯会持续点亮，并在停止活动身体后约0.5s自动熄灭。接下来，像如图1-85（d）所示那样，打开感应式小夜灯旁边的台灯或其他照明灯（模拟白天），则无论人体是否活动，小夜灯均不再点亮，表示感应式小夜灯“白天或光线强时不感应工作”的功能正常。

如果发现小夜灯不能够正常工作，应马上断开电源，对电路进行仔细排查，重点应检查晶体三极管VT是否焊反了引脚、USB小灯A2和USB电源插头XP的引线极性是否焊错，直到排除故障、通电正常工作为止。

最后根据自己的使用需求，确定并调节感应式小夜灯的探测距离和延时时间。感应式小夜灯每次延时点亮的时间长短，可按照图1-85（e）所示，通过伸入灯外壳内部的小螺丝刀，调节人体红外感应模块A1上延时

微调电位器的旋钮来改变。一般顺时针方向转动螺丝刀，延时加长；逆时针方向转动螺丝刀，延时缩短。延时时间连续可调范围一般在0.5～200s。

感应式小夜灯的灵敏度，即有效探测前方人体活动的距离，可按照图1-85（f）所示，通过伸入灯外壳内部的小螺丝刀，调节人体红外感应模块A1上灵敏度微调电位器的旋钮来改变。一般顺时针方向转动螺丝刀，灵敏度变高，探测距离增大；逆时针方向转动螺丝刀，灵敏度变低，探测距离减小。探测距离连续可调范围一般在3～7m。

经过以上通电调试的感应式小夜灯，便可正式投入使用了。

1.8.4　投入使用

感应式小夜灯不仅是家庭生活的“好帮手”，而且是电脑的“好伴侣”，它会给你的生活、工作或学习带来实实在在的方便。

前面已经提到过，这盏感应式小夜灯的供电方式多种多样，如图1-86所示给出了几种具体方案，读者可根据实际使用情况灵活选择。如图1-86（a）所示为采用移动电源（俗称“充电宝”）供电的情形，要求所用移动电源必须带有USB插口且能够输出直流5V电压，一般手机用的“充电宝”都能够使用，尤其是家里废弃的容量已严重下降的手机“充电宝”，作为感应式小夜灯的供电电源，不仅持续使用时间尚可，而且移动方便，可谓“变废为宝”。但需要注意的是，一些具有小电流输出时自动关闭供电且无解除功能的移动电源，不适合在这里使用。如图1-86（b）所示为采用5V直流电源适配器供电的情形，要求所用电源适配器具有USB输出插口，

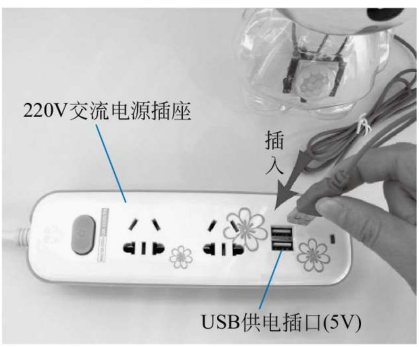
且能够输出5V、≥0.3A的直流电，家庭手机和一些数码小产品使用的交流电源适配器（充电器），只要符合这个条件，便可拿来直接使用。如图1-86（c）所示为采用5V直流供电插座供电的情形，其条件是家中已在使用带有USB供电插口（专供手机、平板电脑等数码产品充电用）的220V交流电插座（移动或壁式插座均可）。如图1-86（d）所示为采用台式电脑（或笔记本电脑）USB插口供电的情形。



(a) 用移动电源



(b) 用电源变换器



(c) 用电源插座

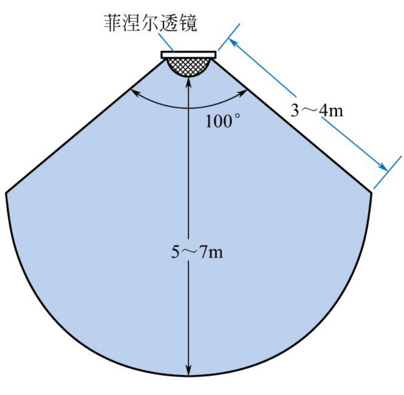


(d) 用电脑插口

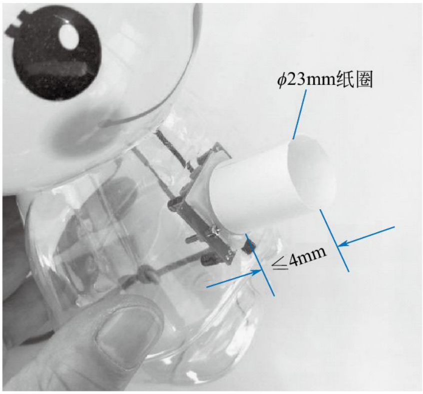
图1-86　几种供电方式

这里要说明的是，感应式小夜灯的探测能力取决于人体红外感应模

块A1上的菲涅尔透镜及其相关元器件。由于所用模块采用了半球形菲涅尔透镜，所以在水平方向上的感应范围比较广，具体如图1-87（a）所示，其有效探测范围呈100°扇面，正前方最远可达到5～7m，两侧最远可达3～4m。实际使用感应式小夜灯时，应注意将菲涅尔透镜正对着欲探测方向，通过调节人体红外感应模块A1上的灵敏度（距离）微调电位器旋钮，以获得最佳探测效果。有时嫌100°的探测扇面太大，可不妨按照图1-87（b）所示，通过在菲涅尔透镜上加套一个ϕ　23mm的纸圈或塑料管进行调节，其长度越大，有效探测扇面越小。例如，在卧室的床头柜上摆放感应式小夜灯时，希望探测扇面越小越好、方向性越强越好，以免人睡在床上翻个身就触发灯亮。这时如给菲涅尔透镜加装上长度不小于3cm的纸圈，则探测区域基本上就变成了纸圈口正前方的一条“圆柱”，将“圆柱”指向卧室门口，人一进门灯就会亮，而人在床上翻身等，均不会使灯点亮。但如果躺在床上的人在“圆柱”通道上挥动一下手，就会触发灯延时点亮，方便深更半夜看床头柜上的钟表时间或起身下床，效果很好。



(a) 正常探测范围



(b) 改变探测扇面

图1-87　感应式小夜灯的探测范围

如图1-88所示列举出了感应式小夜灯的几种实际应用情景，现分别予以介绍：



(a) 卧室小夜灯



(b) 电脑键盘灯



(c) 应急照明灯



(d) 防盗报警灯

图1-88　几种应用情景

①　卧室小夜灯　将感应式小夜灯放置在卧室的床头柜上，通过其USB电源插头接手机常用的直流5V移动电源或手机充电用的5V交流电源变换器，便构成漂亮、实用的卧室小夜灯。无论是夜晚上床前进入卧室，或者半夜三更起床上卫生间，只要有走动的人体，小夜灯都会自动延时发出温馨的亮光，再也不会有摸着黑磕磕碰碰进卧室或突然开亮大灯影响身边

人睡觉的烦恼了。另外，夜里醒来看钟表，只需在小夜灯前方晃动一下手臂，小夜灯亦会自动延时点亮，让你方便地看清楚小夜灯旁边的钟表时间。

② 电脑键盘灯　深夜上网开着大灯，影响家人休息，关灯操作键盘又的确不方便；学校宿舍熄灯后摸黑操作键盘很无奈……将感应式小夜灯的USB电源插头直接插入电脑的USB插口中，就拥有了一个可爱的卡通造型键盘灯，其亮度适中，移动方便，而且人在灯亮、人离开灯灭，用电节省，一经使用，你会再也离不开它。

③ 应急照明灯　家里突然停电，四周一片漆黑……如果事先（指频繁停电的地区）给感应式小夜灯接通直流5V移动电源，并将其放置在人们活动的地方，则一旦突然停电，小夜灯马上自动点亮，成为地地道道的“应急灯”。同样，在小夜店、卫生间等场所，它仍然是一个很不错的“应急灯”；在夜市地摊、野营地等场所，更是一个引人注目、经济实用的“照明灯”。

④ 防盗报警灯　在夜晚需要防止不速之客经过或进入的地方（如窗台、门口、柜子旁边等），布放上接通直流5V移动电源的感应式小夜灯，就成为一个防盗报警灯。每当有人通过或进入警戒范围内时，防盗报警灯自动延时点亮，具有一定的灯光报警和阻吓作用。

小小感应式小夜灯的用途真不少，希望有兴趣者不断挖掘、总结，在让其发挥功用最大化的同时，感受电子制作所带来的无穷乐趣。

1.9　小小多用报警卡

这里介绍一种钱包的“好伴侣”——电子防盗、防丢、验钞多用报警卡，它制作在一个薄形铁皮名片盒内，其实物外形如图1-89所示。将此卡夹在钱包（或提包内的现金、贵重物品）上，只要小偷一拿出钱包或者钱包不小心掉出口袋，报警卡均会立即发出尖厉的“呜——呜呜——”警报声，提醒主人采取相应措施。另外，收取现金时，可用卡上的紫外线发光二极管验证纸币上的荧光防伪标志，以有效识别真假币。当然，它还可以兼作夜晚开门锁或紧急情况下的短时间照明灯使用。

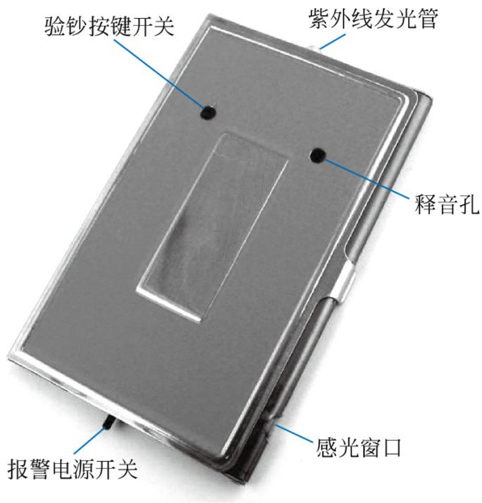


图1-89　多用报警卡实物外形图

1.9.1　工作原理

多用报警卡的电路如图1-90所示，它由光控报警电路和紫外光验钞电路两大部分组成。

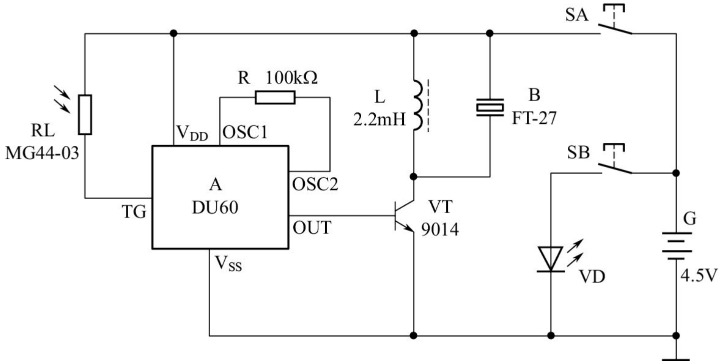


图1-90　多用报警卡电路图

模拟声集成电路A和外围元器件构成了光控报警电路。平时钱包放在主人的口袋里，与钱包在一起的多用报警卡处于黑暗环境中，光敏电阻器RL无光照呈高电阻值（≥1MΩ），A的触发端TG处于低电平，A内部电路不工作，晶体三极管VT处于截止状态，压电陶瓷片B不发声；一旦钱包被小偷窃出主人口袋或者不小心掉出口袋，则多用报警卡上的光敏电阻器RL就会感应到周围光线，其电阻迅速下降（＜100kΩ），模拟声集成电路A的触发端TG获得高电平（$\geq 1/2V_{DD}$），A内部电路受触发工作，其OUT端输出内储的“呜——呜呜——”模拟警报声电信号，经晶体三极管VT功率放大和电感器L升压后，驱动压电陶瓷片B发出尖厉响亮的报警声。主人取钱包时，只要事先断开电源开关SA，便可避免电路一见光就报警，从而很好地解决了常见感光报警器无法区分主人而出现的无故报警现象。

新型紫外线发光二极管VD、按键开关SB和电池G构成了紫外光验钞电路。虽然看起来电路非常简单，但使用效果却并不比市售的专业紫外光验钞器差。当按下按键开关SB时，电池G通过SB向紫外线发光二极管VD提

供约4.5V的工作电压，使VD发出波长≥0.34μm的紫外光。借助该紫外光照射，我们可看到纸币特定位置处的荧光防伪标志，从而判断所鉴别纸币的真伪，也可借助该紫外光进行短时间照明等。当手松开按键开关SB时，SB自动切断紫外线发光二极管VD的供电电源，VD停止发出紫外光，也不再消耗电能。

用紫外光验钞是检验纸币的一种最常用方法，其原理是：新、旧版的100元、50元、20元人民币和其他国家或地区的纸币，均在特定位置采用荧光防伪技术进行了处理，当有紫外光照射在这些特定位置时，可显示出与面值相同的数字或专有的荧光字母等；而假钞什么也没有。另外，真钞采用特定纸浆做原料，对紫外线有“吸收”作用，当紫外线光平行地照在纸币上面时，不会有明显的反射光；而假钞无此“吸收”作用，会发出青蓝色的可见光来。据此，可以鉴别出纸币的真伪。

1.9.2　元器件选择

该制作总共用了12个电子元器件，其实物集体照如图1-91所示。各元器件的具体说明如下。

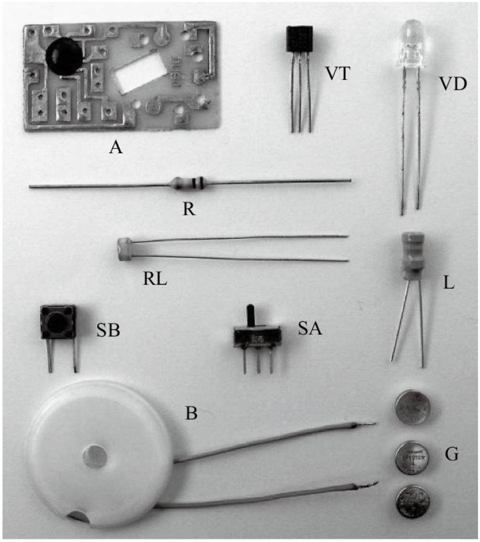


图1-91　需要准备的元器件实物外形图

A选用DU60型报警专用模拟声集成电路，它采用黑胶封装形式制作在尺寸仅为36mm×20mm的小印制电路板上（俗称软包封装），并设计有直接焊接金属电池夹、固定3粒串联的AG1或AG3型扣式氧化银电池的位置，给有放置电感器的10mm×5mm长方形开孔，使用很方便。DU60的主要参数：工作电压范围2.4～5V；触发电压（高电平有效）≥1/2V_{DD}，触发电流≤70μA；音频输出电流最大可达3mA，静态总耗电≤1μA；工作温度范围-10～60℃。

VT用9014（集电极最大允许电流I_{CM} =100mA，集电极最大允许功耗P_{CM} =310mW）或3DG8型硅NPN小功率晶体三极管，要求电流放大系数β >100。

VD选用ϕ　　5mm新型紫外线发光二极管，其外形和引脚识别与ϕ

5mm的普通发光二极管完全相同。这类发光二极管有一长一短两根引脚，长引脚为正极，稍短的引脚为负极，焊接时注意不可接反。紫外线发光二极管是近年来才出现的新型半导体发光二极管，是发光二极管家族中的新成员；它通过改变半导体材料的成分，使制成的发光二极管能够发出紫外光。由于光是具有能量的，不同的色光能量也不同。比如红光能量最低，然后依次为橙、黄、蓝、紫、紫外光的能量逐渐增加，可见紫外光能量最高。而发光二极管发光的能量来源于电池等，因此点燃不同颜色的发光二极管所需要的电压也不同，如发出红光时需1.6V以上，发出绿光时需1.8V以上，发出蓝光时需3V以上，而发出紫外光时需3.5V以上的电压才行。这也是为什么该报警卡必须用3粒1.5V扣式电池串联（电压4.5V）供电的原因之一。使用紫外线发光二极管实现紫外光验钞功能的最大特点，就是只用一只紫外线发光二极管就完成了以往验钞灯比较复杂电路的功能，大大简化了电路，降低了制作成本，为开发出的产品参与市场竞争创造了条件。

RL宜选用MG44-03型塑料树脂封装光敏电阻器。这种光敏电阻器的管芯由陶瓷基片构成，在上面涂有硫化镉多晶体并经烧结制成；由于管芯怕潮湿，所以在其表面涂上了一层防潮树脂。该封装结构的光敏电阻器，因为不带外壳，所以称之为非密封型结构光敏电阻器，它的受光面就是其顶部有曲线花纹的端面。RL也可用其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的普通光敏电阻器来代替。

R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。L用LG2-2.2mH型小体积（φ7mm×4mm）立式固定磁芯电感器。

B采用φ 27mm、带有助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖）的FT-27或HTD27A-1型压电陶瓷片，以增大发音量。这种带助声腔盖的压电陶瓷片，也可拆自用过的音乐贺年卡。

SB用6mm×6mm小型轻触式按键开关。SA用随身听、助听器等便携式电子小产品常用的微型单刀双掷（本制作仅用其中一掷）拨动开关，其体积（不包括手柄和引脚）仅为8.5mm×3.5mm×3.5mm。

G选用3粒AG1（φ 6.5mm×2mm）或364A、CX60、SR621、LR621W型扣式微型氧化银电池串联而成，电压4.5V。这种扣式电池广泛应用于电子手表、微型计算器等电子产品中，一般的电子器材商店和手表专卖店均有销售。

1.9.3 动手制作

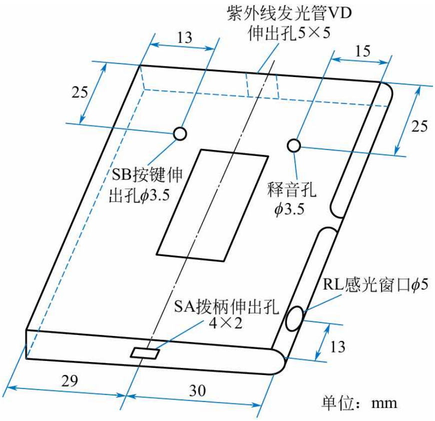
整个多用报警卡的制作，可划分成选配并加工合适的精美名片盒、焊接电路、组装并调试三大步骤来完成，现分步介绍如下。

第一步，选配并加工合适的精美名片盒

首先，到订制名片的门店或文化用品商店去选购一个如图1-92（a）所示的专门用于随身装带名片的精美薄型铁皮名片盒。这种名片盒的外形尺寸约为94mm×59mm×5mm，正好满足使用要求。



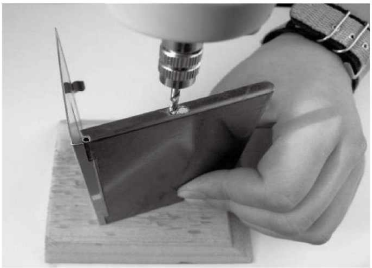
(a) 精美名片盒



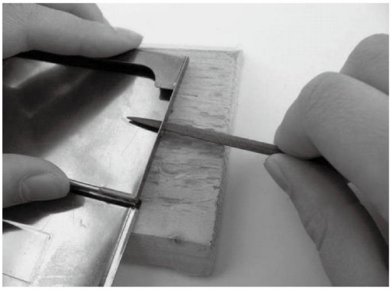
(b) 打孔尺寸

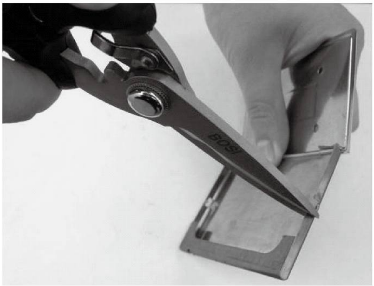


(c) 电钻打孔



(d) 并排打孔


(e) 锉成小方孔


(f) 剪出小方孔

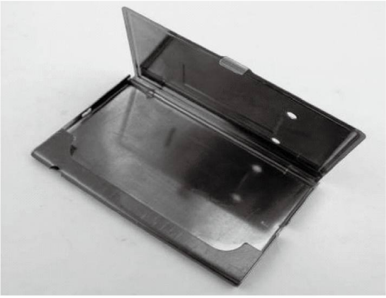
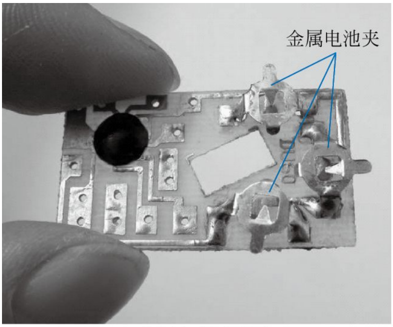

(g) 完工图

图1-92　外壳的选配与加工

然后，按照图1-92（b）所示给出的尺寸在名片盒上开出5个小孔。其中盒盖上的两个小圆孔——SB按键伸出孔和释音孔，按照图1-92（c）所示，用φ 3.5mm钻头直接打出；盒侧面的报警电源开关SA拨柄伸出孔，先按照图1-92（d）所示，用φ　　2mm钻头并排打出两个小孔，再按照图1-92（e）所示，用小平板锉刀扩口径至4mm×2mm；盒侧面的紫外线发光管VD伸出孔，因用电钻打出大口径圆孔有一定难度，所以建议按照图1-92（f）所示，用剪刀直接剪出5mm×5mm的小方口代替；盒侧面的光敏电阻器RL感光窗口，先用φ 4.5mm钻头打孔，再用小圆杆锉刀扩口径至5mm。加工好的铁皮外壳外形如图1-92（g）所示。

第二步，焊接电路

首先，在模拟声集成电路A的基板上按图1-93（a）所示焊接如图1-93（b）所示的三个相同金属电池夹。电池夹最好用模拟声集成电路A生产厂家提供的配套件，也可按图1-94所示给定的尺寸用薄铁片或磷铜片加工制成，共需三个。



(a) 焊接好的电池夹

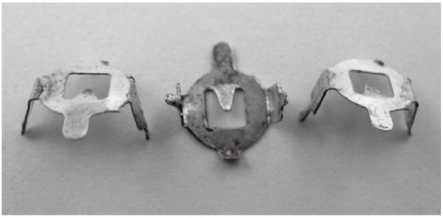
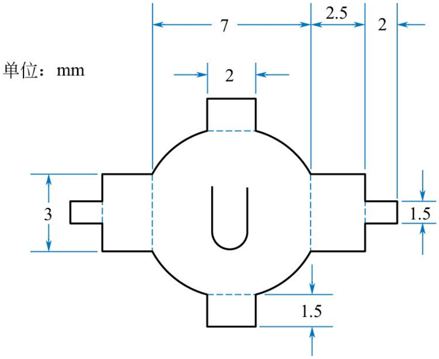

(b) 金属电池夹外形图

图1-93　电池夹的装配



(a) 薄铁皮尺寸



(b) 加工形状

图1-94　自制电池夹示意图

接下来，按照图1-95所示给出的电路接线图，焊接成如图1-96所示的电路。具体要求是：将晶体三极管VT、电感器L、电阻器R、拨动开关SA、光敏电阻器RL（将引线剪短为1.8cm）直接焊接在模拟声集成电路A的基板上，压电陶瓷片B通过长约6cm的双根细电线焊接在模拟声集成电路A的基板上；将紫外线发光二极管VD的正极焊接在按键开关SB的一端，紫外线发光二极管VD的负极和按键开关SB的另一端，分别通过长度为6cm和9cm的细电线焊接在模拟声集成电路A的基板上。为了防止短路故障的发生，焊接时应在接线头处套上合适的绝缘管。

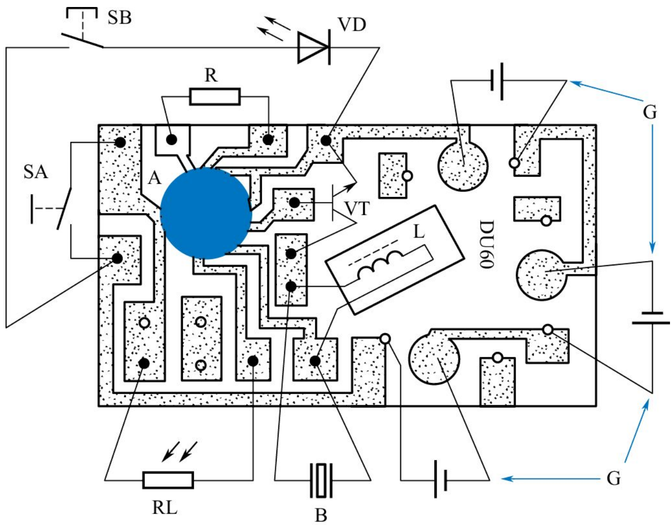


图1-95　多用报警卡电路接线图

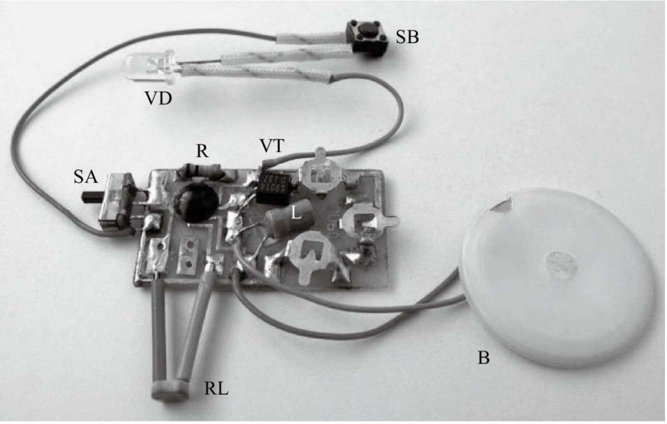
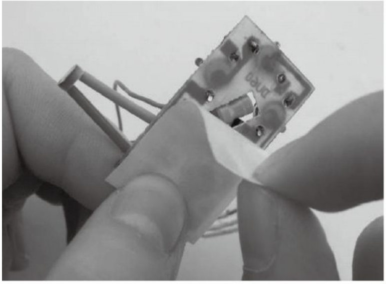


图1-96　焊接好的电路

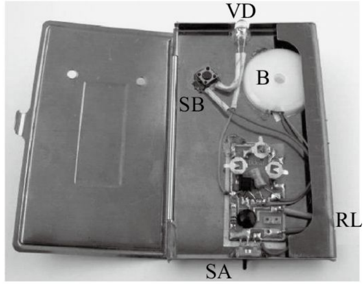
在焊接时还要注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿模拟声集成电路A内部的CMOS电路！

第三步，组装并调试

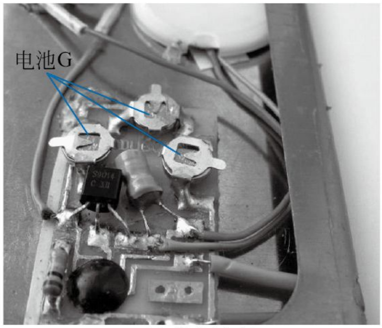
由于金属外壳能够导电，为了避免焊接好的模拟声集成电路A的基板装入外壳后发生短路故障，应按照图1-97（a）所示，事先在A基板的背面粘贴上一片40mm×22mm见方的不干胶纸。然后，按照图1-97（b）所示，将整个电路全部装入外壳内，并采用电烙铁加热熔化热熔胶棒的简便方法，将电路基板、紫外线发光二极管VD、压电陶瓷片B、拨动开关SA、按键开关SB用热熔胶粘固在外壳内。需要注意的是，光敏电阻器RL的感光面必须刚好伸出外壳上所开出的感光窗口，压电陶瓷片B的助声腔口必须对准外壳面盖上所开好的释音孔，按键开关SB的按键必须准确伸出外壳面盖上所开好的小圆孔。



(a) 粘贴绝缘纸



(b) 装入机壳



(c) 装好电池

图1-97　多用报警卡的组装

接下来，仔细检查电路接线和安装没有问题后，按照图1-97（c）所示，在电池夹上装上三粒AG1型扣式微型氧化银电池（注意：电池的负极均与电路板上的铜箔面相接触、正极均与金属电池夹相接触），进行通电试验：按下按键开关SB的按键，紫外线发光二极管VD应通电发光。如果VD不发光，应重点检查VD正、负极是否接反，电池与电池夹、电路板上的铜箔面之间是否存在接触不良的现象等。

闭合拨动开关SA，在环境自然光照的条件下，压电陶瓷片B应发出尖厉的警报声；用手蒙住感光窗口或将整机装入口袋里，压电陶瓷片B应马上停止发声。如嫌警报声速率太快（或太慢），可通过适当加大（或减

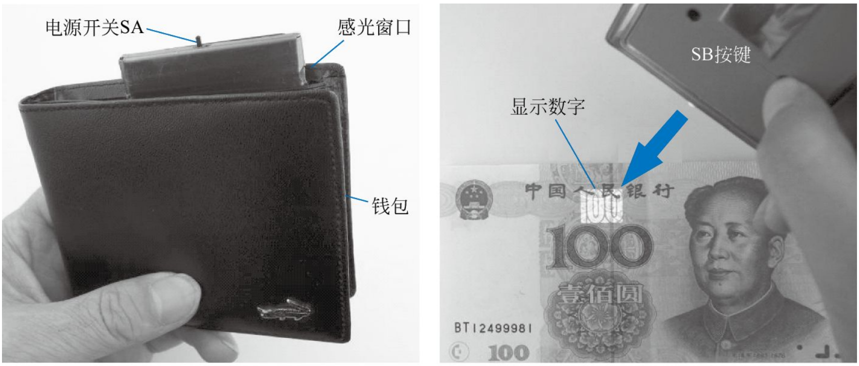
小）模拟声集成电路A的外接振荡电阻器R的阻值来加以调整。R取值范围通常在82～120kΩ。一般只要元器件质量有保证，焊接没有错误，电路不需任何调试，便可投入正式使用。

1.9.4　投入使用

该多用报警卡体积小巧，携带方便，用途广泛。现对其典型用法介绍如下。

（1）用于钱包防盗、防丢

可参照图1-98（a）所示，将多用报警卡夹在自己的钱包内，注意报警电源开关SA和感光窗口必须要暴露在钱包外面。钱包装入口袋后，随手闭合电源开关SA，多用报警卡即进入防盗、防丢戒备状态。



(a) 用于钱包报警　　(b) 用于检验人民币

图1-98　多用报警卡的典型应用

一旦钱包被小偷窃出口袋或者不小心掉出口袋，则多用报警卡便会

立即发出“呜——呜呜——”的警报声。自己从口袋取出钱包时，只要顺手先将电源开关SA断开，则取出的钱包便不会有警报声产生。

（2）用于人民币真伪的鉴别

如果要对收取的现金进行荧光防伪标志检验，可按照图1-98（b）所示，用手按下按键开关SB，让紫外线发光二极管VD发出的紫外线光照射人民币特定位置处的荧光防伪标志，根据有无荧光防伪标志，可帮助你准确判断所鉴别人民币的真伪。如1999年以后的新版1元、5元、10元、20元、50元和100元人民币，在紫外线照射下可以分别看到“1”5”“10”“20”“50”和“100”字样，1990年版50元和100元人民币在紫外线照射下可以看到“WUSHI 50”和“YIBAI 100”字样，而假钞则没有。

也可通过检测人民币纸张的反光情况，来判定所有纸币的真伪。方法是：将一叠人民币错开放置，用紫外线光扫过去，反光最亮的即为假币。该多用报警卡除了用于识别人民币的真伪外，还可用于对其他各国或地区的货币进行真伪鉴别，以及对其他采用过荧光加密手段的证券文件（如支票、股票、信用证、身份证等）进行真伪鉴别。

（3）其他用途

将多用报警卡放在自己抽屉、不透光的包箱等内，当有人欲悄悄拉开你的抽屉或打开包箱时，同样可以发出报警声。在漆黑的夜晚，随身携带的报警卡还可以兼作打开门锁或紧急情况下的短时间应急照明灯使用。

相信通过你的不断开拓运用，小小报警卡一定会成为你生活中离不

开的“好伙伴”“好助手”“好卫士”。

1.10　语音型门窗群防盗报警器

通常，窃贼以门窗为突破口，撬门扭锁乘机行窃。门窗成为预防窃贼入室作案的关键性防线。为此，市场上各种基于门窗的形形色色的防盗报警器层出不穷，令人眼花缭乱。但笔者通过调查发现，几乎所有的门窗防盗警报器都存在一个共同的不足：无法区分主人和窃贼，只要主人动一下门窗，均会引发乱响乱叫，虚张声势，不但吵闹令人烦，而且谎报军情——天天“狼来了”。

笔者通过数年的反复设计、实验，成功制作了如图1-99所示的新颖独特、具有识别功能的门窗群防盗报警器，经实际安装使用，认为它工作稳定可靠、报警准确、发声响亮、用电节省，具有普遍推广使用价值，实为市售普通简易门窗防盗报警器的升级换代产品。

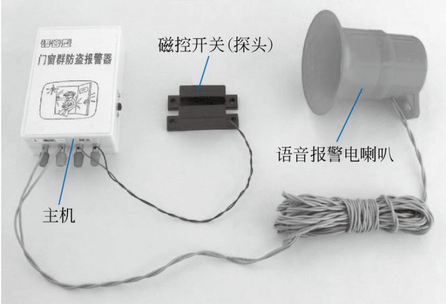


图1-99　语音型门窗群防盗报警器外形图

1.10.1　工作原理

语音型门窗群防盗报警器的电路如图1-100所示，它由探测、主机、报警三大部分组成。

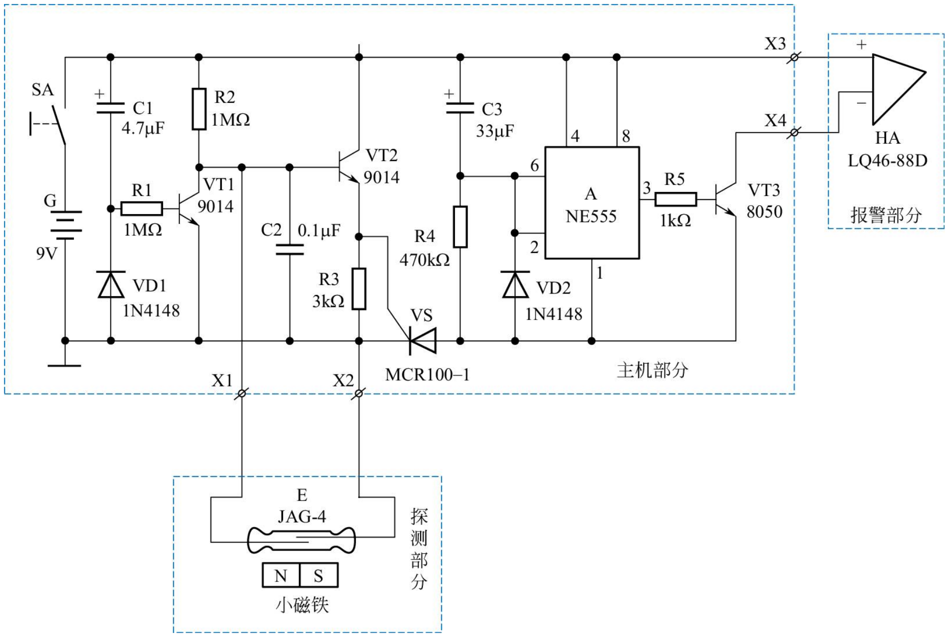


图1-100　语音型门窗群防盗报警器电路图

探测部分实际上是干簧管E与小磁铁构成的磁控开关（也叫磁控传感器），其作用是将检测到的门窗位移信号转换为相应的开关电信号。实际中可根据门窗的多少，选用n（自然数）组这样的磁控开关串联（指干簧管）起来，分别安装在各门窗上。

主机部分主要由设计独特的开机延迟监测开关和触发延迟报警开关两部分组成，以巧妙实现“识别”功能。开机延迟监测开关能够在每次接通主机电源时，延迟一段时间后才允许对来自探测部分的开关电信号作出响

应。其中：晶体三极管VT1、晶体二极管VD1、电容器C1、电阻器R1和R2组成开机延迟开关，晶体三极管VT2、电容器C2、电阻器R3组成单向晶闸管VS的触发电路，而晶体三极管VT2的状态，乃至作为电子开关主回路的单向晶闸管VS的通断与否，均受到开机延迟开关和探测电路开关电信号的双重控制。触发延迟报警开关电路在每次有效探测到门窗打开信号（即VS开通）后，能够延时接通语音型电喇叭HA 的电源。其中："555"时基集成电路A与电阻器R4、电容器C3、晶体二极管VD2等构成简易单稳态延时电路，晶体三极管VT3和限流电阻器R5构成电子开关。显然，要使语音型电喇叭HA通电工作，就必须满足开机延迟监测开关和触发延迟报警开关依次"开通"（也就是VS、VT3先后导通）这样一个先决条件。

报警部分采用成品语音型电喇叭HA，它在通电后能够反复发出"抓贼呀……"喊声。此声有别于以往的尖叫声、警笛声，是一种真正能够引起人们警觉的报警声；报警声级高达85dB，可震慑并吓退窃贼，并及时向主人及近邻告警。

整个电路工作过程：由于小磁铁和干簧管E固定在门窗上，所以在门窗关闭时干簧管E内部两常开触点受外磁力作用呈闭合状态。接通电源开关SA，电池G通过电阻器R1和晶体三极管VT1的发射结对电容器C1充电，充电电流使晶体三极管VT1饱和导通。此时开门窗，虽然干簧管E内部两触点随之断开，但由于晶体三极管VT1呈导通状态，故不会触发后级电路工作。主人可利用这段时间从容不迫地离开房间，并锁好大门。约经30s后，电容器C1充电接近结束，晶体三极管VT1趋向截止，电路自动进入监测状态。

此后，一旦有窃贼破门窗入室行窃，随着门窗的被打开，小磁铁就会远离干簧管E，使得干簧管E内部两触点依靠自身弹性跳开，晶体三极管VT2基极通过电阻器R2获得偏流，晶体三极管VT2导通，单向晶闸管VS获合适触发电流（实测＜1.2mA）亦导通（实测管压降≤0.75V）。于是时基集成电路A通电工作，电池G通过电阻器R4、单向晶闸管VS对电容器C3充电。由于电容器C3充电需要一定时间，所以时基集成电路A的第2、6脚暂处于高电位，第3脚输出低电平，晶体三极管VT3截止，语音型电喇叭HA不工作。约经15s后，时基集成电路A的第2脚电位下降至1/3电源电压（3V）以下，第3脚输出高电平，晶体三极管VT3饱和导通，语音型电喇叭HA得电便发出响亮的“抓贼呀……”喊声来。

上述设计15s的延迟发声，主要是为了识别主人。当主人开门入室后，在这段时间内可切断暗开关SA，避免误报警。由于单向晶闸管VS具有自保导通功能，被触发后将维持其导通状态，故一旦报警声突起，窃贼即使很快关好门窗或发现干簧管E及其引线并破坏，也无济于事。唯有主人切断暗开关SA，才能使电路断电停止报警。

电路中，晶体二极管VD1、VD2分别为电容器C1和C3提供快速放电回路，以保证每次延迟时间的准确性。

1.10.2　元器件选择

该制作的主机部分总共用了28个电子元器件，读者可对照图1-101所示的实物集体照一一进行配购。

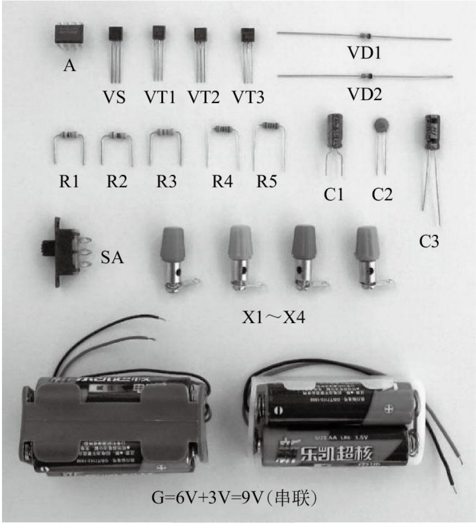
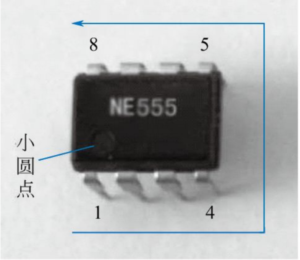
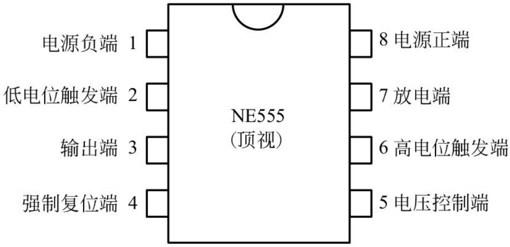


图1-101　主机所用元器件

A选用NE555或μA555、LM555、5G1555等型“555”时基集成电路，它是一种模拟、数字混合集成电路，采用双列8脚直插式封装（DIP-8），其引脚识别和功能如图1-102所示。“555”时基集成电路具有定时精确、驱动能力强、电源电压范围宽、外围电路简单及用途广泛等特点，非常适合电子爱好者制作时使用。



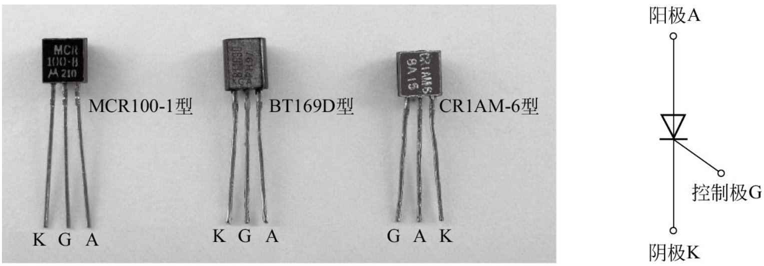
(a) 引脚识别



(b) 引脚功能

图1-102　NE555时基集成电路

VS采用小型塑封单向晶闸管，如MCR100-1、MCR100-6、BT169、2N6565型等。单向晶闸管也叫单向可控硅，它是一种具有3个PN结的功率型半导体器件，广泛应用在无触点开关、可控整流、调压等电路中。本制作中所用的单向晶闸管为小功率管，其外形如同普通塑料封装的小功率三极管，如图1-103所示是它们的实物外形和管脚排列图；单向晶闸管共有3个引脚：阳极A、阴极K和控制极G，制作时注意不要接错引脚。



(a) 实物外形　　(b) 电路符号

图1-103　小型塑封单向晶闸管

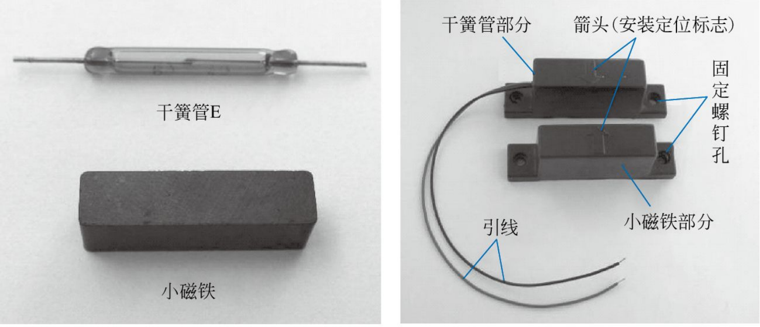
晶体管VT1、VT2均用9014（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝310mW）型硅NPN小功率三极管，VT3用8050（集电极最大允许电流I_{CM} ＝1.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝1W）型硅NPN中功率三极管，均要求β ＞100。VD1、VD2用1N4148型硅开关二极管。

R1～R5均用RTX-l/8W型碳膜电阻器。C1、C3均用CD11-16V型电解电容器，C2用CT1型瓷介电容器。

X1～X4用普通小型接线柱，如720型小型彩色接线柱。SA用小型单

刀单掷开关，亦可用CKB-2型单刀双掷开关来代替（仅用其中一掷）。G用6节5号干电池串联而成，电压9V。由于实际中很少有专门的9V塑料电池架，所以在此推荐采用一个6V塑料电池架和一个3V塑料电池架串联后代替。

探测部分所用元器件的实物外形如图1-104（a）所示。E可用体积较小的JAG-4型（ϕ 3mm×20mm）常开触点干簧管。小磁铁可用ϕ 26型（26mm×7mm×7mm）条形磁铁。目前，电子元器件市场上已有如图1-104（b）所示的成品磁控开关出售，它是厂家将干簧管和小磁铁分别置入便于固定安装的塑料外壳内生产而成，专供各种磁控式防盗报警器等产品作为配件。建议读者尽量采用这种专门的成品磁控开关，它安装简便，工作稳定可靠、外观也不错。



(a) 自配型　　(b) 成品型

图1-104　磁控开关（探头）

报警部分所用的语音型电喇叭HA，可选用LQ46-88D型会喊“抓贼呀”的成品小号筒式语音报警专用电喇叭，其外形尺寸及引线区分如图1-105所示。该电喇叭内部已包含语音发生器、音频功率放大器和电-声换

能器，只要给它接上6～18V直流电压，它便会用普通汉语连续发出清晰响亮的“抓贼呀……”喊声来，使用非常方便。读者如果一时购买不到这种语音型电喇叭，也可用普通9V直流电警笛声电喇叭来直接代替。

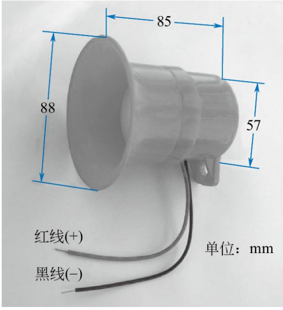


图1-105　LQ46-88D型语音报警专用电喇叭

1.10.3　动手制作

整个制作实际上是指主机的制作，其过程可分为焊接电路、调试电路和组装三大步骤来完成，现分步介绍如下。

第一步，焊接电路

首先，裁取一块尺寸约为40　mm×28mm的单孔“洞洞板”，按照图1-106所示给出的电路板接线图进行焊接（注意：焊接面朝向读者，元器件在板的背面）。焊接时充分利用元器件引脚飞线连接，要求焊点光亮整洁。采用“洞洞板”的好处是取材简便、成本低廉、使用方便，可达到事半功倍的效果。

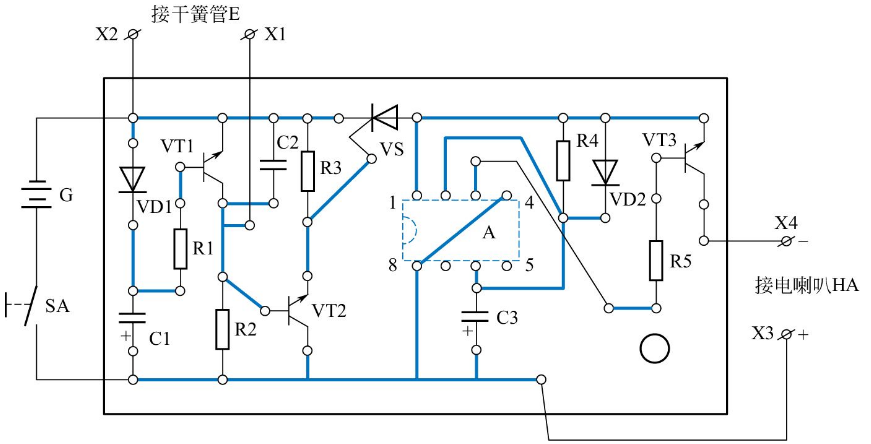
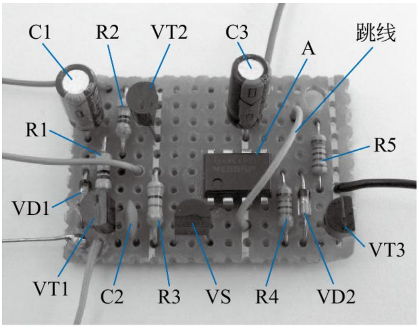
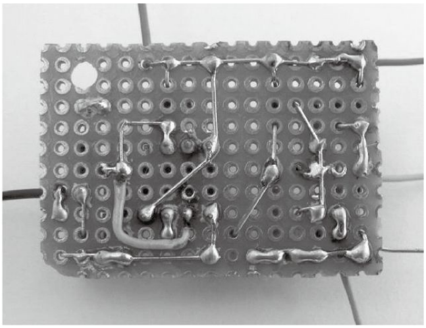


图1-106 “洞洞板”接线图

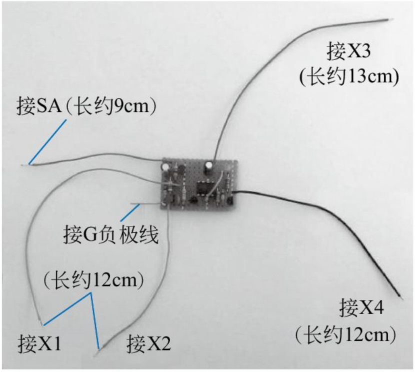
焊接好的电路板实物如图1-107所示。焊接时注意，“555”时基集成电路A的第3脚与电阻器R5的一端采用“跳线”（适当长度的细电线）连接。“洞洞板”上焊接的5根细电线长度不能小于如图1-107（c）所示给出的数据，还有一根接电池G负极引线的短线（可用元器件的剪脚线），长度大于1cm就可以了，以便于后面的组装。



(a) 元件面



(b) 焊接面

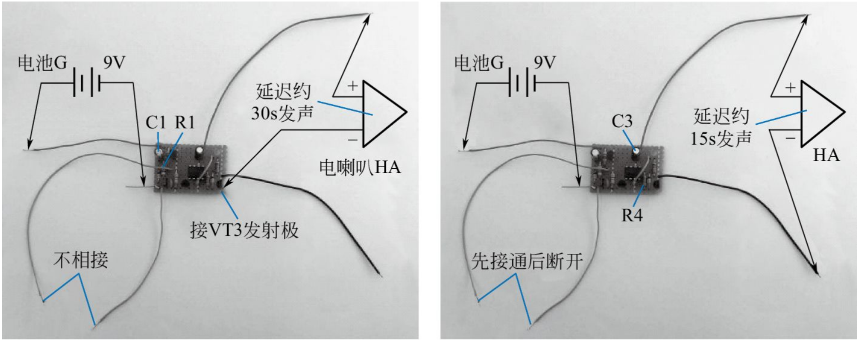


(c) 整体图

图1-107　焊接好的电路板实物

第二步，调试电路

焊接好的电路板，经检查无问题后，便可按图1-108（a）所示临时接上语音型电喇叭HA和9V电池，注意不要接反正、负极性或接错电路板上的引线。在接通电池G时，开始秒计时（可观察钟表的秒指针），至语音型电喇叭HA开始发声为止。这段时间即为主机每次通电时的开机延迟监测时间，一般正常情况下约为30s。如果嫌这一时间太短（或太长），可通过适当增加（或减小）电路板上面的电容器C1的容量或电阻器R1的阻值来加以调整。如果通电后语音型电喇叭HA始终不发声或立即发声，在确定所用元器件质量无问题的前提下，应着重检查电路板上面的晶体三极管VT1和VT2、单向晶闸管VS的引脚是否焊错，电容器C1、晶体二极管VD1的极性是否焊反，直到排除故障为止。另外，电容器C1质量不保证、漏电严重时，也会导致语音型电喇叭HA始终不发声。



(a) 测开机延迟监测时间　　(b) 测触发延迟报警器时间

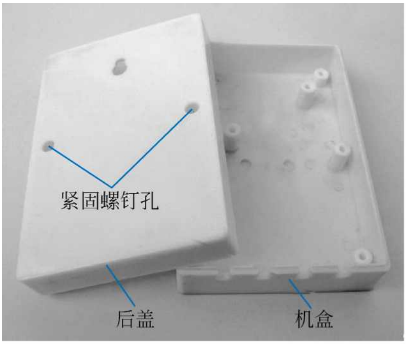
图1-108　主机电路的检测

接下来，按照图1-108（b）所示，将语音型电喇叭HA的负极引线改换接线位置，并事先将接探测部分干簧管的两根引线接通。在接通电源约40s以后，断开两根引线并开始秒计时，至语音型电喇叭HA开始发声为止。这个时间即为主机每次被探测信号触发后延迟报警的时间，一般正常情况下约为15s。如果嫌这一时间太短（或太长），可通过适当增加（或减小）电阻器R4的阻值或电容器C3的容量来加以调整。如果语音型电喇叭HA始终不发声或立即发声，应着重检查电路板上面的时基集成电路A、晶体三极管VT3的引脚是否焊错，电容器C3、晶体二极管VD2的极性是否焊反，直到排除故障为止。

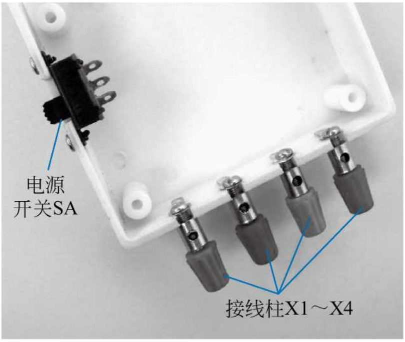
第三步，组装

其主要任务是将检测并调试好的电路板连同电池G、电源开关SA、接线柱X1～X4等，安装在一个体积合适的塑料机壳内。具体方法：首先，选一个如图1-109（a）所示的尺寸约为110mm×75mm×35mm的通

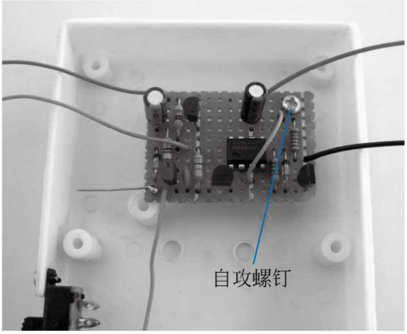
用型塑料机盒，或体积相当的塑料香皂盒、电子门铃外壳等，作为主机的外壳。



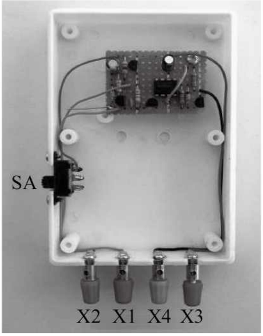
(a) 选择外壳



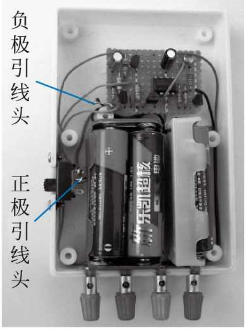
(b) 安装元件



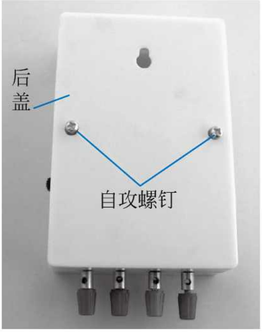
(c) 固定板子



(d) 焊接线头



(e) 焊接电池



(f) 固定后盖



(g) 装饰面板



(h) 粘标签一



(i) 粘标签二



(j) 完成品

图1-109　主机的组装

然后，按照图1-109（b）所示，在机壳适当位置处开孔安装电源开关SA，并利用机壳原有的4个穿线孔固定接线柱X1～X4；按照图1-109（c）所示，用一颗ϕ 3mm×10mm的自攻螺钉固定电路板；并参照前面图1-107（c）的电路板引线头说明，按照图1-109（d）所示，将电路板各引线正确地焊接在接线柱X1～X4、电源开关SA的接线端上；按照图1-109（e）所示，将电池G的正极引线头焊接在电源开关SA的接线端上，负极引线头焊接在电路板的短金属引线上。为了整齐美观，可用热熔胶固定电线等。

最后，按照图1-109（f）所示，用两颗φ 3mm×25mm的自攻螺丝钉将后盖固定好。为了方便使用和美观，可设计面板图案及标签，用打印机在白色不干胶贴纸上打印出来后，裁剪并粘贴在外壳适当位置处，如图1-109（g）~图1-109（i）所示。装配好的主机外形如图1-109（j）所示，外观设计还不错吧。

1.10.4 投入使用

实际应用时，按照图1-110所示，在室内门扇（或窗扇）的移动边沿固定小磁铁，在对应框边固定干簧管E，要求小磁铁随着门窗扇的打开（仅数厘米的小缝隙或位移）与关闭，干簧管E内部两触点能够灵敏、可靠地跳开与吸合。如图1-111（a）所示是普通干簧管E和小磁铁的实际安装照片，干簧管E可用塑料胶带进行粘固，小磁铁可用双面胶进行粘固，两者也可用热熔胶进行粘固、用大头针进行固定。如图1-111（b）所示是成品磁控开关的实际安装照片，两者既可用双面胶粘固，也可分别用两颗φ 3mm×15mm的木螺钉通过外壳上提供的专门安装孔固定。

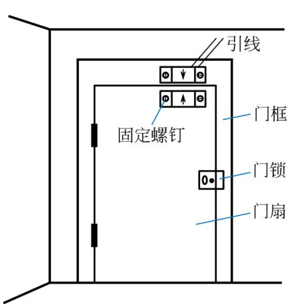
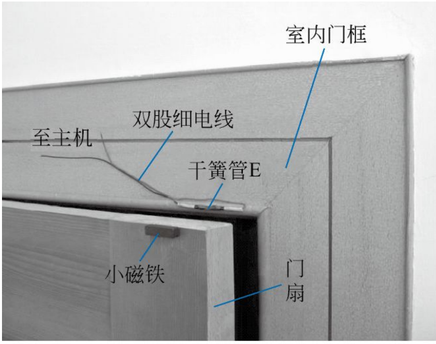
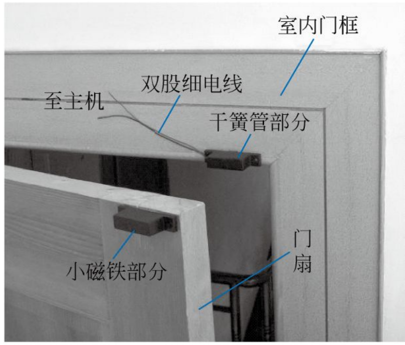


图1-110 磁控开关安装示意图



(a) 简易型



(b) 成品型

图1-111　磁控开关安装实例

磁控开关（即干簧管E）的两根引线（细电线或漆包线均可）与主机（即电路盒）接通，要求主机放置在室内主人便于开关电源、且窃贼一时又难以发现的隐蔽处（如房内套间、抽屉或衣柜内等）；语音型电喇叭HA则通过隐蔽的双股电线（线径宜粗些，注意区分正、负极性），引至声音传播良好、且窃贼不易破坏到的高处安装。小磁铁、干簧管E及引线明装暗设均可，因为窃贼入室后发现并破坏它们时，触发报警的信号早已在开门窗的瞬间传到了主机，破坏探测部分无济于事。

如有多个门窗需要防盗，可按照图1-112所示，分别在每个门窗上都安装上一对由小磁铁和干簧管E组成的磁控开关，并把所有干簧管的触点引脚线用电线串联起来，首、尾线头再接主机。这样在戒备状态时，任何一个门窗被打开几厘米的小缝隙，均将引发报警。

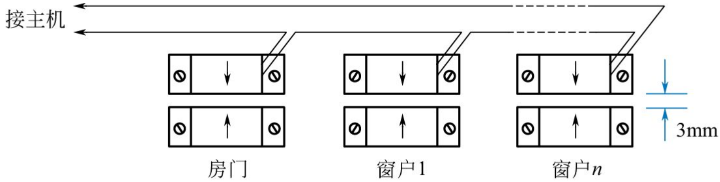


图1-112　多门窗安装磁控开关的接线图

使用时注意，应定期检查干电池容量是否充足，声响变弱时应及时更换新干电池。由于该防盗报警器在戒备状态时耗电甚微，实测静态总电流＜10μA，故用电非常节省；每换一次新干电池，通常在不报警的情况下可连续工作1年多时间。

第 2 章

方便生活类制作

本章介绍了 10 个用于方便生活的新颖电子小制作，它们是家庭得力的“小助手”和“好帮手”。这些（包括后面各章）所介绍的电子制作实例，均省略了具体的制作方案介绍和流程图示，其目的是希望读者在熟悉和掌握第 1 章入门制作技巧的基础上，能够根据个人实际情况和条件，边看作者提供的简单方案和说明，边自行设计具体的制作步骤及流程，同时灵活设计并选择外壳等，将自己的聪明才智和灵感，融入制作的每一个环节，打造出独一无二、出自个人之手的得意作品。

2.1 小学生起床唤醒器
2.2 敲击式语音门铃
2.3 区分客人与家人的门铃
2.4 来客访问的静音装置
2.5 家庭留言盒
2.6 多功能钟控语音提醒器
2.7 书柜自动照明灯
2.8 “一拍亮”延时小夜灯
2.9 门控照明电灯
2.10 无线电遥控窗帘装置

2.1　小学生起床唤醒器

小学生早晨起床大都需要父母叫醒。对于大人和孩子分室睡觉的家庭来讲，呼叫起来很不方便。这里介绍一种具有应答功能的家用小学生起床唤醒器，它通过导线传递呼叫信号，免去了大人一醒来就要披衣下床去叫醒孩子的麻烦，是一种很实用的家庭传呼电子小装置。

2.1.1　工作原理

小学生起床唤醒器的电路如图2-1所示。清晨，当孩子上学时间快到来时，大人合上床头开关SA，则音效集成电路A的触发端TG脚就会经开关SA和电阻器R1从电池G的正极获得高电平触发信号，于是A受触发工作，其输出端OUT反复轮流输出模拟“嘟喔、嘟喔……”声和“该起床啦，快起来呀”语音声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动扬声器B发声，呼唤孩子从香甜的睡眠中醒来并起床。与此同时，发光二极管VD2会跟随叫起床声同步闪光。

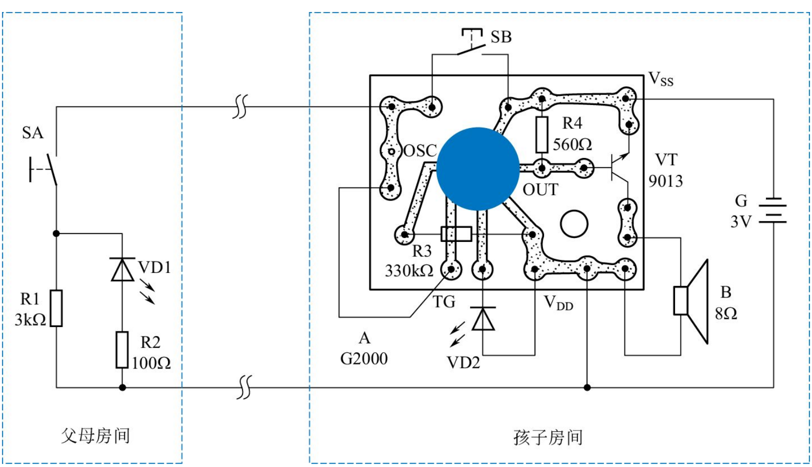


图2-1　小学生起床唤醒器电路图

孩子被叫醒后，只要按下床头按钮开关SB（必须≥2s），一方面会使音效集成电路A的TG端触发信号由高电平变为低电平，利用电平下降沿触发A从OUT端输出一遍内储的“早晨好”语音电信号，并经晶体三极管VT功率放大后，驱动扬声器B发出亲切的问候语；另一方面，会使父母房内的发光二极管VD1点亮，告诉大人孩子已被叫醒，开始起床了。大人见VD1亮，便可断开闭合的开关SA，使孩子手松开按钮开关SB后A的触发端继续保持低电平，扬声器B不再发声。

电路中，R1是音效集成电路A的触发电阻器，R2是VD1的限流电阻器。R3为音效集成电路A的外接振荡电阻器，其阻值大小影响叫起床声的速度和音调：增大R3阻值，叫起床声速度放慢、音调变得低沉；反之，叫起床声速度加快、音调变得高尖。R3典型取值为330kΩ，阻值太大或太小时，都会使声音变调、失真，甚至变成啸叫声或无声。R4主要用于降低动态时电路的耗电量。阻值太小时，会影响扬声器B的发音量；阻值太大时，又会起不到应有的作用。R4的优选值在510Ω～1kΩ。

2.1.2　元器件选择

A选用G2000型专用叫起床声音效发生集成电路，它采用黑膏封装形式制作在一块尺寸为22mm×16mm的小印制板上，并给有插焊外围元器件的孔眼，使用很方便。G2000的主要参数：典型工作电压3V，触发电流≤40μA，音频输出电流≥3mA，闪光输出电流≥6mA，静态总电流＜

1μA，工作温度范围-10～60℃。

晶体管VT可用9013（集电极最大允许电流I_{CM} =0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} =625mW）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。VD1、VD2可用φ 5mm红色发光二极管。

R1～R3均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。SA可用CKB-1型拨动开关；SB可用14mm×14mm小型轻触开关，亦可用电子门铃按钮开关来代替。B用8Ω、0.25W小口径动圈式扬声器。G用两节5号干电池串联（配专用电池架）而成，电压3V。

2.1.3　制作与使用

整个电路按照图2-1所示虚线框划分的两个部分，分别焊装在体积合适的一小一大两个绝缘盒内，如图2-2所示。小盒面板开孔固定开关SA和发光二极管VD1；大盒（如用硬塑料玩具娃娃或动物造型的外壳，效果更佳）面板固定按钮开关SB和发光二极管VD2，并为扬声器B开出释音孔。两盒之间通过适当长度（视实际应用情况而定）的普通双股软塑导线接通。

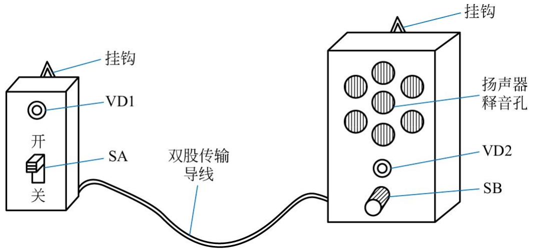


图2-2　小学生起床唤醒器外形图

焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部的CMOS集成电路。此装置只要元器件质量有保证，焊接无误，不用调试就能正常工作。将大、小电路盒分别固定在孩子和大人卧室的床头上，两者间用普通双股软塑导线分极性接通，就可投入使用了。

使用中如果发现电路容易产生自激振荡，可通过在音效集成电路A的电源端跨接一只47～100μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除；如嫌叫起床声不够逼真，可通过适当调换音效集成电路A的外接振荡电阻器R3阻值（240～430kΩ）来加以调节，直到满意为止。

由于整个装置平时耗电甚微（实测静态总电流＜1μA），工作时一般＜130mA，故用电很节省。每换一次新的干电池，一般可用半年以上时间。

2.1.4　芯片代换

读者如果购买不到G2000型专用叫起床声音效发生集成电路，也可用其他同类模拟声集成电路来直接代换。一般来讲，这类集成电路的内部电路几乎是一样的，所不同的是各生产厂家或订货商采用了不同的小印制电路板或标上了属于自己企业的型号。读者只要分清楚这类集成电路的电源正极（V_{DD}端）、电源负极（V_{SS}端）、高电平触发端TG和音频输出端OUT等，不管型号、外形如何，均可直接接入电路代替G2000型集成电路。

如图2-3所示给出了采用普通KD-153H型“叮咚”门铃专用模拟声集成电路的接线图。该集成电路用黑膏封装在一块24mm×12mm的小印制板上，并给有插焊外围元器件的孔眼，安装使用很方便。KD-153H的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。注意：由于KD-153H的内部电路已经包含了图2-1中的外接振荡电阻器R3，所以可省去外接R3的麻烦。另外，图2-1中的电阻器R4和发光二极管VD2均可省去不接，进一步简化了电路。如果想接入发光二极管VD2，可将其并联在扬声器B两端，具体是VD2的正极接扬声器B靠近电源正极（V_{DD}端）的一端、负极接靠近晶体三极管VT集电极的一端。

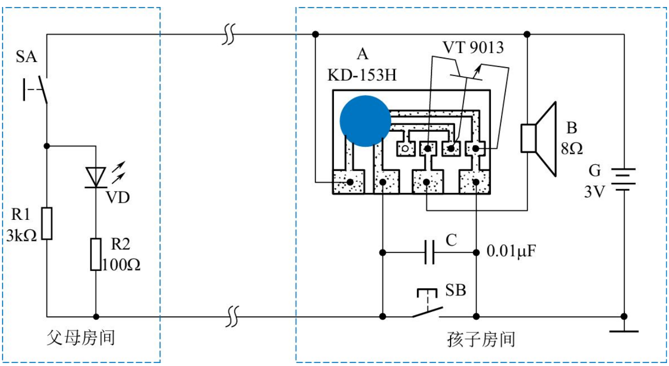


图2-3　KD-153H集成电路接线图

2.2　敲击式语音门铃

该门铃抛弃了传统的按钮触发方式，当客人来访习惯性地用手敲三下房门时，它便自动发出“叮咚，您好，请开门”的声音。这种门铃巧妙地

解决了使用普通门铃时须在房门（尤其是铁制门）上打孔固定安装按钮开关的麻烦和不便，杜绝了他人故意破坏按钮开关等现象，新颖而实用，具有普遍推广价值。

2.2.1　工作原理

敲击式语音门铃的电路如图2-4所示，它由房门振动传感、延时触发、语音发生、音频功率放大和电源等五部分电路组成。

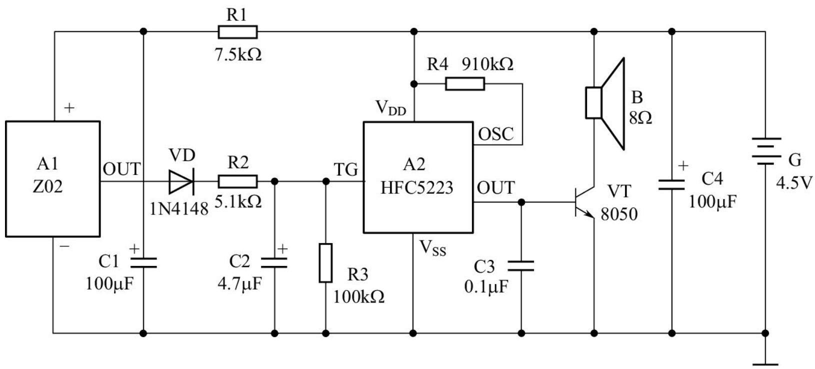


图2-4　敲击式语音门铃电路图

平时，微型片状振动模块A1检测不到门板振动波，故其OUT端输出低电平，语音集成电路A2因触发端TG处于低电平而不工作，功率放大三极管VT截止，扬声器B不发声。当有人敲门时，门板产生的振动波被A1拾取，经A1内部电路一系列放大、滤波、整形后，从其OUT端输出相应高电平脉冲。此高电平脉冲通过晶体二极管VD隔离和电阻器R2限流后，对电容器C2进行充电。在不到2s的时间内，如果A1连续拾取三次敲门振动波，则C2两端的充电电压就会积累达到$1/2V_{DD}$以上，于是A2的TG端获

得高电平触发信号，A2内部电路受触发工作，其OUT端输出内储的“叮咚，您好，请开门”语音电信号，经VT功率放大后，推动扬声器B发出清晰响亮的语音声来。敲门一旦停止，电容器C2两端的充电电荷便会通过电阻器R3很快泄放掉，为再次正常工作做好准备。

这一门铃电路设计的最大特点是：来客在2s内连续敲三下门，即微型片状振动模块A1连续受触发输出三个高电平脉冲，才会使电容器C2两端的充电电压高出语音集成电路A2触发端TG的阈值电压（约为$1/2V_{DD}$）以上，门铃才会发声。这样可有效避免因开关房门、物体落地等造成的振动波对门铃的误触发，使门铃稳定、可靠地工作。

电路中，电阻器R1、电容器C1构成微型片状振动模块A1的简易降压滤波电路，使A1能够稳定、可靠地工作。C2为门铃延时触发电容器，R2、R3分别为C2的充电和放电电阻器；C2、R2和R3数值大小决定了每次触发门铃所必须连续敲击门板的次数。R4为语音集成电路A2的外接时钟振荡电阻器，其阻值大小影响语音声的速度和音调。电容器C3主要用于滤去A2输出信号中一些不悦耳的谐波成分，使语音声音质得到显著改善，并且声音更加响亮。

2.2.2　元器件选择

A1选用Z02型高灵敏微型片状振动模块，其外形尺寸及引脚排列如图2-5所示。模块的黄铜底板能直接检测极其微弱的振动信号，并经内部芯片电路转换成高电平脉冲从OUT端输出。模块输出的高电平脉冲可作为其他器件的控制信号，也可直接驱动小功率三极管或晶闸管。Z02模块的

突出特点：具有很高的灵敏度，能够检测出极其微弱的振动波；具有较好的抗干扰特性，对外界声响无反应，而对同一物体上的振动却极敏感；具有极强的抗冲击强度，能承受同类传感器所不能承受的剧烈振动工作条件；具有极好的防水性能，能适应湿度较大的工作环境；安装简便，不受任何角度限制；体积小（形状如同一枚纽扣），质量轻（约1g）；采用树脂将专用芯片封装在黄铜基板上，性能稳定；低功耗、低电压，适合长期处于工作状态，可广泛应用于各种振动报警器和自动控制器电路中。

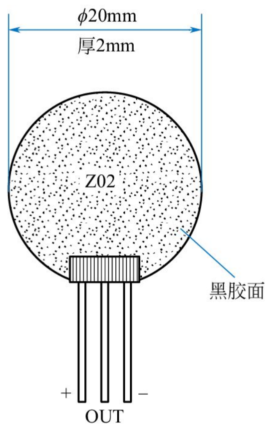


图2-5　Z02型高灵敏片状振动模块 外形尺寸及引脚排列

Z02模块的主要电参数：工作电压范围2.6～6V，典型工作电压3V，极限电压值12V；3V工作电压下，静态工作电流≤50μA，输出电流≥0.5mA，输出方式为瞬态高电平，输出幅度接近模块正极端电压。

A2选用HFC5223型语音门铃专用集成电路，它采用黑胶封装形式制作在一块20mm×14mm的小印制板上，使用很方便。HFC5223的主要参

数：工作电压范围2.4～5V，输出电流≥1mA，静态总电流＜1μA，工作温度范围-10～60℃。

晶体管VT用8050型（集电极最大允许电流I_{CM} ＝1.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝1W）硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。VD用1N4148型硅开关二极管。

R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2、C4均用CD11-16V型电解电容器，C3用CT1型瓷介电容器。B用φ 57mm、8Ω、0.5W小口径动圈式扬声器。G用三节5号干电池串联而成，电压4.5V。

2.2.3　制作与使用

如图2-6所示为该敲击式语音门铃的印制电路板接线图，印制板实际尺寸约为40mm×30mm。焊接时注意：A2芯片通过4根7mm长的元器件剪脚线插焊在电路板上；电烙铁外壳一定要良好接大地，以免交流感应电压击穿A2内部CMOS电路。

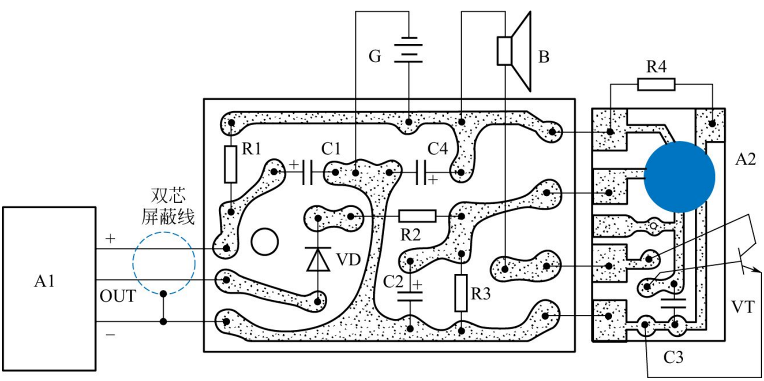


图2-6　敲击式语音门铃印制电路板接线图

除微型片状振动模块A1外，焊接好的电路板连同扬声器B、电池G（带塑料架）一块装入尺寸约为110mm×75mm×30mm的绝缘材料小盒内。盒面板为扬声器B开出释音孔；盒侧面通过适当长度的双芯屏蔽线引出微型片状振动模块A1。

实际安装时，将A1模块的铜质面通过502胶（如欲降低灵敏度可选用乳胶）粘贴在大门扇背面正对着门扇前面客人常敲门的位置（一般离地面1.4m左右），门铃盒则固定在室内墙壁上；对于有宅院的用户，门铃可挂在房内，A1则通过一定长度的双芯屏蔽线引至大门口固定。

该门铃只要元器件质量有保证，焊接无误，一般不用调试就能正常工作。如果连续敲两下门扬声器就发声，可适当增大电阻器R2的阻值；反之，如果敲四下门扬声器才发声，可适当减小R2的阻值。如嫌语音声不够逼真，可通过适当改变电阻器R4的阻值（620kΩ～1MΩ）加以调整。该门铃平时消耗电能极少，实测静态总电流≤0.15mA；每换一次新的干电池，一般可连续使用近半年时间。

2.3　区分客人与家人的门铃

这台门铃对来访客人与家人有初级的识别判定功能：当客人来访习惯性地按下门口的按钮开关时，门铃会发出“叮咚，您好，请开门”语音声；当自家人归来按事先约定连续快速地按动按钮开关3～4次时，门铃即发出三遍“叮——咚”声，您可放心去开门，不必再窥门镜或询问来者何人。

2.3.1　工作原理

区分客人与家人的门铃电路如图2-7所示。非门（反相器）I～III与晶体二极管VD1和VD2、电容器C1和C2、电阻器R2等组成了一个短脉冲信号鉴别电路，其输出高电平用于触发模拟声集成电路A1；非门IV～VI与晶体二极管VD3、电容器C3、电阻器R3等组成了一个长脉冲信号鉴别电路，其输出高电平用于触发语音集成电路A2。

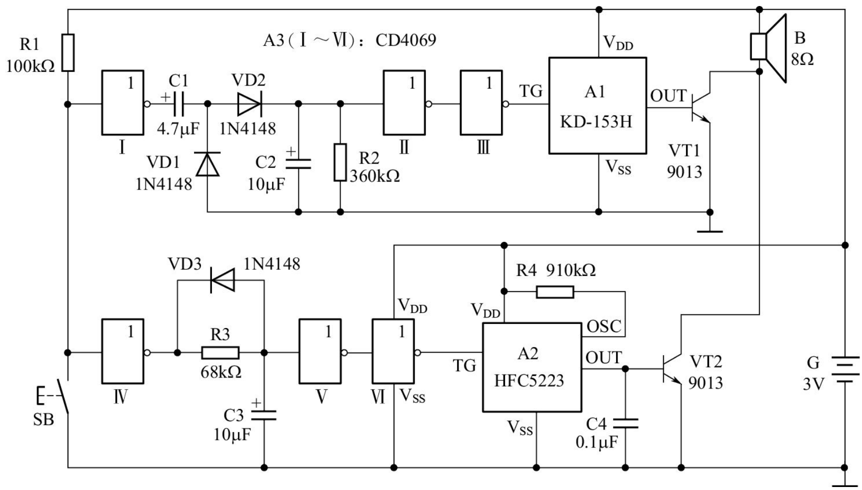


图2-7　区分客人与家人的门铃电路图

当客人来访按下门铃按钮开关SB时，门I、门IV均输出高电平（长正脉冲信号），并分别通过电容器C1、晶体二极管VD2和电阻器R3对电容器C2、C3充电，约经1s时间，电容器C3两端充电电压大于1/2V_{DD}，门V和门VI先后翻转，门VI输出高电平，语音集成电路A2受触发工作，其OUT端输出内储的“叮咚，您好，请开门”语音电信号，经晶体三极管VT2功率放

大后，推动扬声器B发声。这一过程中，由于电容器C1的隔直流电作用，电容器C2两端不会获得大于$1/2V_{DD}$的充电电压，门II输入端和门III输出端仍保持原来低电平，故模拟声集成电路A1不会受触发工作。

当家人以每秒钟至少1次的速度连续按动SB按钮3～4次时，在门I输出端就会连续输出短促的正脉冲信号，经电容器C1耦合（晶体二极管VD1为其提供放电回路）、晶体二极管VD2隔离，使电容器C2两端充电电压积累到大于$1/2V_{DD}$，于是门II、门III先后翻转，门III输出高电平，触发模拟声集成电路A1工作，A1的OUT端输出内储“叮——咚”声电信号，经晶体三极管VT1功率放大后，推动扬声器B发声。此时，门IV虽然也输出高电平脉冲，但每次高电平保持时间小于1s，电容器C3充电电压达不到$1/2V_{DD}$，而在下一个正脉冲到来之前，C3又通过晶体二极管VD3、门IV输出端快速地泄放掉了充电电荷，故C3两端电压一直达不到门V的翻转阈值电压，语音集成电路A2不会受触发工作。

由上可知，只要叫开门者用不同方式按动SB，这种门铃就会发出截然不同的声响来，从而达到区别客人和家人的目的。

2.3.2　元器件选择

A1选用KD-153H型“叮咚”门铃专用集成电路。该集成电路用黑膏封装在一块尺寸为24mm×12mm的小印制板上，外形参见图2-9右上角，并给有插焊外围元器件（主要是音响功率放大三极管）的孔眼，安装使用很方便。KD-153H的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作

温度范围-10～60℃。如果读者制作时手头无KD-153H型芯片，也可用外观和引脚功能完全相同的KD-9300系列或HFC1500系列音乐集成电路芯片来代替。

A2选用HFC5223型语音门铃专用集成电路。该集成电路用黑膏封装在一块尺寸为20mm×14mm的小印制板上，外形参见图2-9右下角所示，并给出外围元件焊接脚孔，使用很方便。HFC5223的主要参数：工作电压范围2.4～5V，输出电流≥1mA，静态总电流＜1μA，工作温度范围-10～60℃。

A3（Ⅰ～Ⅵ）选用一块CD4069型CMOS六反相器数字集成电路。它采用塑料双列直插形式封装，共有14个引出脚，其引脚排列如图2-8所示。CD4069也可用CC4069、TC4069或MC14069型同类数字集成电路块来直接进行代换。

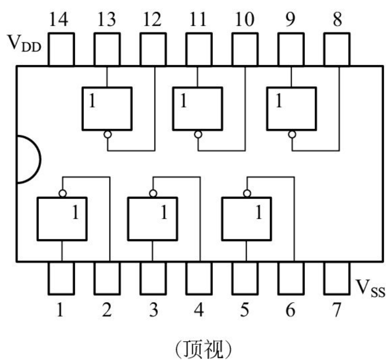


图2-8　CD4069的引脚排列图

晶体管VT1、VT2均用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DG12型硅NPN中功率三极管，要

求电流放大系数β >150。VD1～VD3均用1N4148型硅开关二极管，也可用1N4001型硅整流二极管来代替。

R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1～C3均用CD11-10V型电解电容器，要求选用漏电小的正品；C4用CT1型瓷介电容器。

B用φ 57mm、8Ω动圈式扬声器。SB用普通门铃按钮开关。G用两节5号干电池串联（配专用电池架）而成，电压3V。

2.3.3 制作与使用

如图2-9所示为该门铃的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为50mm×35mm。焊接时，模拟声集成电路A1、语音集成电路A2通过7mm长的细铜丝直接插焊到电路板对应数标孔内，数字集成电路A3直接焊在电路板铜箔一面。须特别注意的是：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A1～A3内部CMOS电路。

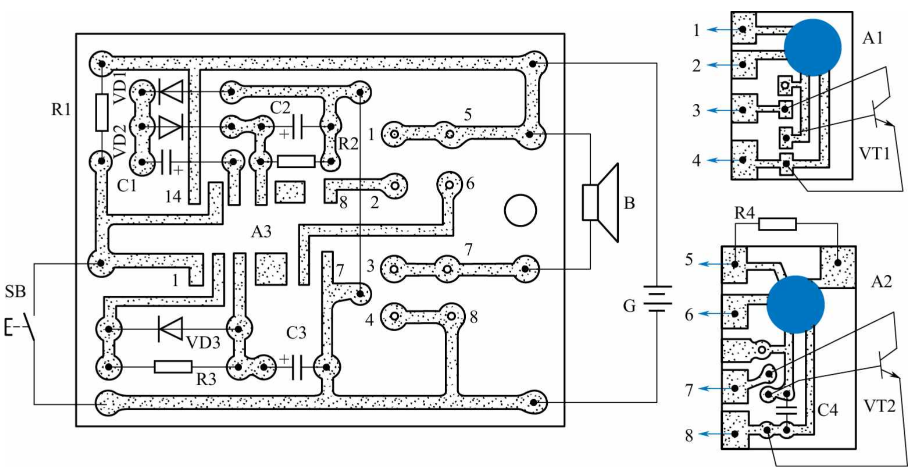


图2-9　区分客人与家人的门铃印制电路板接线图

除按钮开关SB外，焊接好的电路板连同扬声器B、电池G等全部安装到一个体积合适的塑料香皂盒（或普通电子门铃专用外壳）内，盒面板应事先为扬声器B开出释音孔。

该门铃只要元器件质量有保证，焊接无误，一般无须调试即可正常工作。　如果发现电路容易产生自激振荡，可通过在集成电路A1及A2的电源端跨接一只47～100μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。如嫌语音声节奏过快（或过慢），可通过适当增大（或减小）电阻器R4的阻值来加以调整，直到满意为止。R4阻值选择范围一般为620kΩ～1MΩ。

实际使用时，该门铃的安装方法与普通门铃完全一样，这里不再赘述。由于整个门铃的静态电流经实测小于0.5mA，工作时超不过150mA，故用电十分节省；每换一次新电池，一般可使用半年多时间。

2.4　来客访问的静音装置

日常生活中，由于主人正在欣赏高级音响系统的音乐或歌曲，而没能听见门铃声的情况时有发生。本装置在客人来访按响门铃后，能够自动切断音响系统的电源，让主人在“静音”环境下听到门铃声，并及时开门迎客。

2.4.1　工作原理

来客访问的静音装置电路如图2-10所示。虚线右边为电子门铃电路，左边为音响系统静音电路。

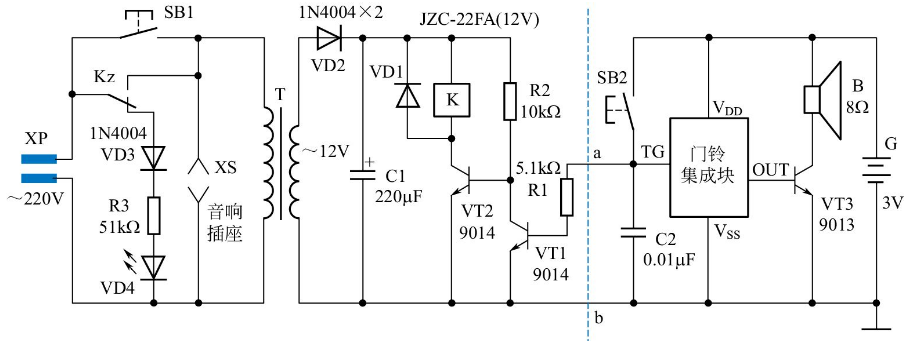


图2-10　来客访问的静音装置电路图

当主人按下启动按钮开关SB1时，音响系统从插座XS内获得220V交流电工作；与此同时，220V交流电经电源变压器T降压、晶体二极管VD2半波整流和电容器C1滤波后，输出约12V直流电，使得晶体三极管VT2导通、电磁继电器K通电吸合，由K的转换触点Kz自动接通SB1两端，完成电路“自锁”。这样，在人手松开SB1后，音响系统仍能够保持通电工作状态。

一旦客人来访按动门铃按钮开关SB2，在门铃发声的同时，晶体三极管VT1通过电阻器R1获得合适偏流而导通，晶体三极管VT2随之截止，电磁继电器K断电释放，其触点Kz自动切断插座XS的电源，使音响系统骤然断电停止发声，以便让主人在“静音”环境下听到门铃声。此时，发光二极管VD4发光，也可提示主人有客来访，而不是电网停电引起音响系统“静音”。如要消除“静音”，只需再次按动一下启动按钮开关SB1，即可

使音响系统继续放音。

2.4.2　元器件选择

晶体管VT1、VT2均用9014（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。VD1～VD3均用1N4004或1N4007型硅整流二极管，VD4用ϕ 5mm普通红色发光二极管。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器，R3用RTX-1/2W型碳膜电阻器。C1用CD11-16V型电解电容器。

T用市售220V/12V、1.5W小型电源变压器。K用JZC-22FA/012-1Z型超小型中功率电磁继电器，其触点负荷为220V×3A（交流），完全可满足控制需要。SB1可用市售交流电铃专用按钮开关，亦可用KWX-2型微动开关来代替。XP用市售交流电两极电源插头。XS用机装式交流电两孔插座，亦可用普通壁式插座来代替。

2.4.3　制作与使用

如图2-11所示是该静音装置的印制电路板接线图。印制电路板实际尺寸约为45mm×40mm，可用刀刻法加工而成。

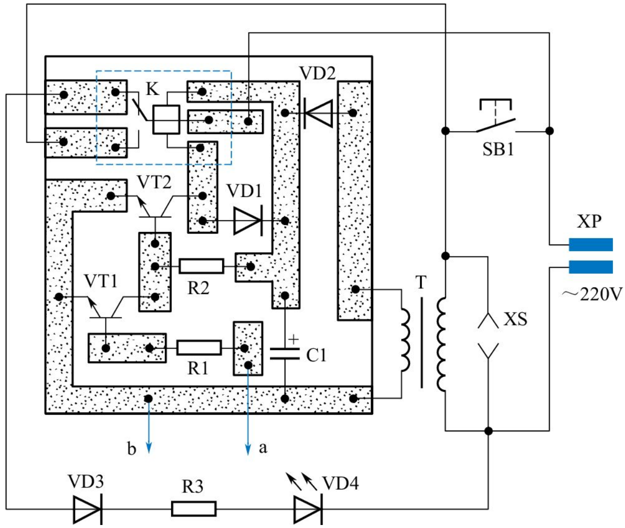


图2-11　来客访问的静音装置印制电路板接线图

焊接好的电路板连同电源变压器T一起装入体积合适的绝缘小盒内。盒面板开孔固定发光二极管VD4及插座XS、启动按钮开关SB1。电源插头XP则通过长约1.5m的双股软塑皮电线引出盒外；a、b引线头与家中现成电子门铃相接，注意极性，不要接错。

装配成的静音装置，只要元器件质量有保证、焊接无误，电路无须任何调试，便可投入使用。

2.5　家庭留言盒

留言在日常生活中是常事，电子留言盒能够让人们告别用笔纸书写“留言条”的历史，给家庭生活带来现代化气息。当你有事离家或因工作忙而不能与家人见面、共进午餐时，可将欲说的话事先录制到留言盒中，

待家人回来后，只要按下放音键，留言盒便会复原出你的说话声。

2.5.1　工作原理

家庭留言盒的电路如图2-12所示，其核心器件是一块质优价廉的新型超薄语音录放模块（俗称“魔块”）A。由于该模块体积小巧、做工精良、质量优越、价格便宜（单价仅10元，比自己购买元器件组装要便宜得多、可靠得多），实为业余制作语音小装置的首选组件。

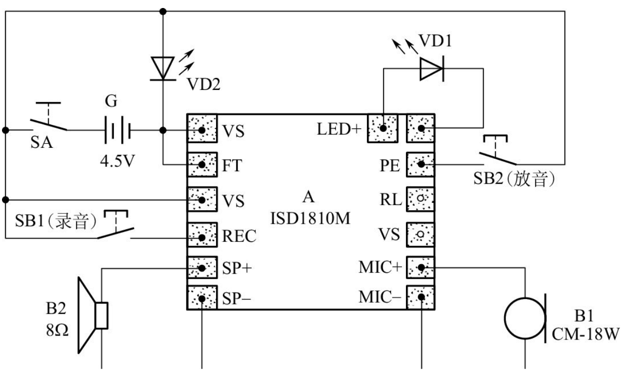


图2-12　家庭留言盒电路图

当按下录音开关SB1的按键不松手时，语音录放模块A的录音控制端REC获得高电平触发信号，发光二极管VD1点亮，表示电路进入录音状态。这时，嘴对着驻极体话筒B1讲话，语音录放模块A即自动录入有关留言语音。手松开SB1按键后，发光二极管VD1熄灭，录音结束；如果录音超过12s（实际很少有这么长的留言），则发光二极管VD1自动熄灭，表示语音录满。如对录音不满意，可以重新录制。

当家人按动放音开关SB2的按键时，语音录放模块A的正脉冲触发放音端PE获得包含有上升沿的正脉冲触发信号，语音录放模块A受上升沿触发从SP＋、SP-两端输出一遍内储的录音电信号，并驱动扬声器B2直接发出留言声。如果再想听一遍留言，只要再次按动SB2即可。语音录放模块A所储存的留言可以保持到下一次录音。

电路中，VD2为闪烁发光二极管，只要闭合电源开关SA，它便不停地发出引人注目的闪烁光，其作用是告诉家人留言盒中已录有留言。

2.5.2　元器件选择

A选用新颖ISD1810M型超薄语音录放模块，其语音集成电路芯片和外围阻容元件等分别采用软封装和贴片工艺制作在尺寸仅为17.5mm×15mm的双面小印制电路板上，总厚度仅为2mm，只要给它外接上电池、两个按键开关（一录一放）、扬声器和驻极体话筒等，便可实现录音和放音，使用非常方便。ISD1810M的实物外形图和主要参数参见本书前面图1-35及相关文字介绍。

VD1选用φ　5mm普通绿色发光二极管，如BT-104型等；VD2选用BTS11405型红色闪烁发光二极管，它是一种特殊的发光二极管，内部集成了控制发光二极管闪烁发光的振荡电路，只要外接上合适的直流工作电压，便会发出一定频率的脉冲闪烁光；其外形和正、负极引脚识别与φ 5mm普通发光二极管完全相同，使用非常方便。BTS11405型红色闪烁发光二极管的主要参数为：工作电压范围3～7.5V，典型工作电压5V，工作电流≤35mA，闪烁频率1.3～5.2Hz，开关占空比33%～67%，发光强度

0.8mcd。

B1选用CM-18W型（φ 10mm×6.5mm）高灵敏度驻极体话筒，它的灵敏度划分成五个挡，分别用色点来表示：红色为-66dB，小黄为-62dB，大黄为-58dB，蓝色为-54dB，白色＞-52dB。本制作中应选用蓝色或白色点产品，以获得较高的灵敏度。CM-18W型驻极体话筒的引脚识别与性能检测方法参见本书前面图1-36及相关文字介绍。B1也可用其他灵敏度较高的小型驻极体话筒来直接代替。

B2宜用φ 27mm×9mm或φ 29mm×9mm超薄微型动圈式扬声器，以减小体积，方便安装。SB1、SB2均用6mm×6mm小型轻触式按键开关。SA用小型1×1拨动开关。G用三节5号干电池串联（配带塑料电池架）而成，电压4.5V。

2.5.3　制作与使用

全部电路以语音录放模块A为基板，以电池架和扬声器B2等为支架，焊装在尺寸约为90mm×50mm×30mm的塑料小盒内。盒面板为驻极体话筒B1开出受音孔、为扬声器B2开出释音孔，并开孔伸出发光二极管VD1和闪烁发光二极管VD2的发光帽、伸出录音开关SB1和放音开关SB2的按键；盒侧面则开孔固定电源开关SA。为了操作直观、方便，应将VD1对应SB1、VD2对应SB2分别安装在一块。

装配成的留言盒外形如图2-13所示，其电路无须任何调试便可投入使用。留言盒的具体使用方法在“工作原理”中已经附带介绍过，这里不再赘述。

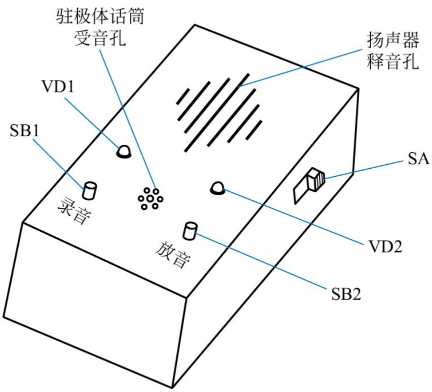


图2-13　家庭留言盒外形图

顺便指出：读者购买来的语音录放模块A　　　，其录音时间一般为12s（缺省值），如嫌时间短，可将模块背面标注为R2（或ROSC）的120kΩ贴片电阻器，改换成为200kΩ，则录音时间可增大到20s。如果分别将R2改换成为80kΩ、100kΩ、160kΩ的贴片电阻器，则可对应获得8s、10s和16s的录音时间。但应注意：录音时间越短音质越好，录音时间越长音质越差。

2.6　多功能钟控语音提醒器

现在，许多家庭都在使用报时准、功能多的语音报时万年台历。如果将这种语音报时万年台历和新型“傻瓜”语音录放模块巧妙地组合起来，在不影响正常走时等主要功能的前提下，可制作成性能优良、实用性强的多功能语音提醒器。这种语音提醒器具有以下特点和功能：

①　能产生长达20s的高保真提醒语音，并且语音内容可根据使用者

需要反复录制及播放；

② 24h内可任意设定钟控定时提醒1～3次，可广泛用于提醒病人按时服药、大人按时上班及做饭、小孩按时上学及睡觉等；

③ 以年、月、日、时、分为单位，设定一次近期大事备忘预约提醒，准时提醒主人过生日、赴宴会、参加重要活动或会议等；

④ 万年台历原有的各种显示功能（年、月、日、星期、室温等）保持不变；

⑤ 断开万年台历和提醒器小盒间的插头，提醒器小盒还可作为“家庭留言盒”或“小学生语言复读机”使用。

2.6.1 工作原理

多功能钟控语音提醒器的电路如图2-14所示。电路巧妙地利用虚线框内“万年台历”电路所产生的“闹铃”信号作为单向晶闸管VS的触发信号，进而控制语音录放模块A自动播放出事先已录制好的提醒语。“万年台历”电路与提醒器电路之间通过插座XS与插头XP接通；在XP插入XS时，“万年台历”电路原有的报时、响闹喇叭BL自动断开，使其不干扰提醒器工作。

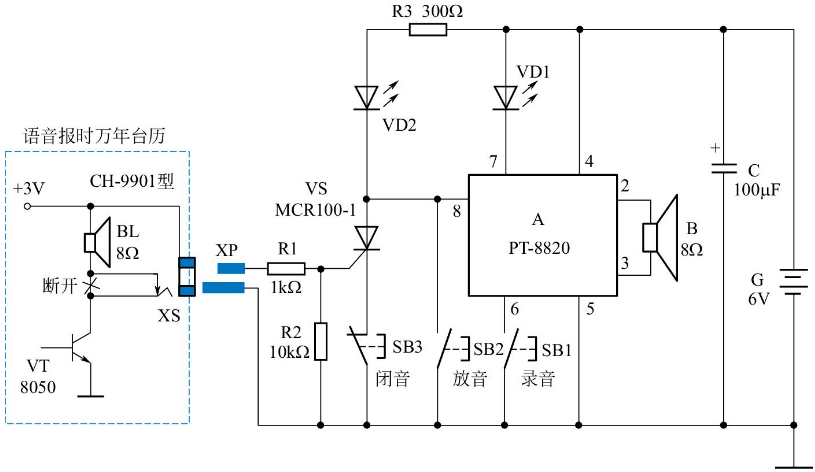


图2-14　多功能钟控语音提醒器电路图

当按下录音开关SB1的按键不松手时，语音录放模块A的第6脚获得低电平触发信号，发光二极管VD1点亮，表示电路进入录音状态。由于A模块采用了独特的双向模拟I/O语音转录技术，所以这时对着扬声器B讲话，A即自动录入有关提醒语音。手松开SB1按键，VD1熄灭，录音结束。本电路最多可录入20s语音，如果录音超过20s，则VD1自动熄灭，表示语音录满。

每当“万年台历”电路按事先设定好的响闹时间送出“铃流”信号时，单向晶闸管VS受触发导通，放音指示灯VD2点亮，A的第8脚获得低电平触发信号，扬声器B即反复播放出已录制语音，直到主人闻声后按动一下闭音按键SB3为止。SB2为放音开关，按动该键，A的第8脚获负脉冲触发信号，扬声器B只播放一遍已录制的语音，主要用于试听录制语音或在做“家庭留言盒”“小学生语音复读机”时放音用。

2.6.2　元器件选择

A选用新颖PT-8820型“傻瓜”式语音录放模块。该模块由美国奥什泰克（VOSTECH）公司生产，它采用先进的多电平直接模拟闪速存储技术，提供非易失性声音或数据的存储，无需A/D（模拟量/数字化量）、D/A（数字化量/模拟量）转换器，不需后备电池，掉电后录音信息不会丢失；采用独特的双向模拟I/O（输入/输出）语音转换技术，可利用放音扬声器作话筒录音，在简单应用时仅需外接两个按键（一录一放）、一个发光二极管及扬声器，接上电源即可工作，俗称“傻瓜”方案。该模块具有较高的性价比，可广泛应用于各种便携式语音录放产品中。例如：语言学习机、家用留言器、防盗报警器、高档会说话的玩具及贺卡、工业类电子产品（如语言告警、操作提示、简短说明等）。

PT-8820语音录放模块采用软封装和贴片工艺在一块尺寸为22mm×18mm的双面印刷电路板上制造而成，其引脚排列和内部功能框图如图2-15所示。该系列模块的引脚既可直接进行焊接，也可采用相应标准尺寸的插座进行插连；各引脚功能：第1脚（LINE）为线路或话筒录音输入端，第2脚接双向I/O器件负端，第3脚接双向I/O器件正端，第4脚（V_{CC}）为电源正端，第5脚（GND）为公共地端，第6脚（REC）接录音键，第7脚（LED）接录音发光二极管，第8脚（PLAY）接放音键。

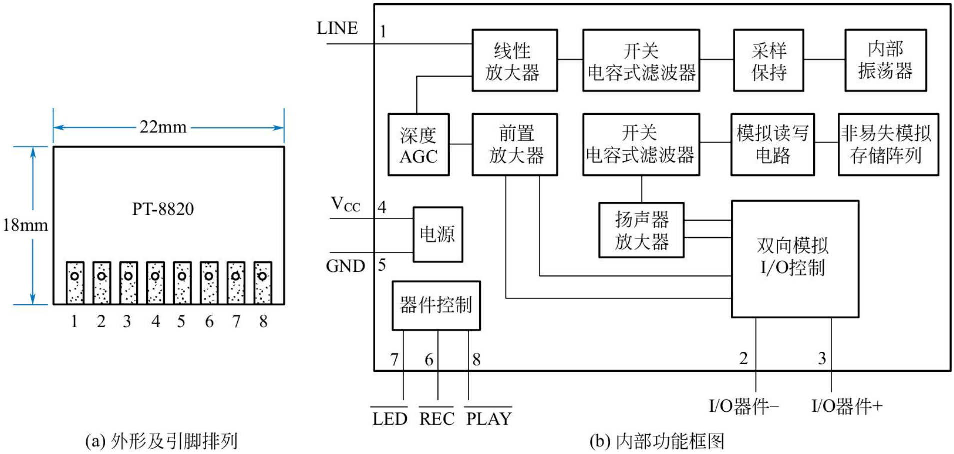


图2-15　PT-8820型“傻瓜”式语音录放模块

PT-8820语音录放模块的典型工作电压为5V（最高电压为7V），静态电流≤1μA，工作电流约25mA；第1脚最大输入电压50mV$_{p-p}$，输入阻抗为10kΩ；第2、3脚输出功率12mW（扬声器阻抗为8～16Ω）；录音时间≤20s，录入信息能长久保存（可达100年），可重复录音达10万次（典型值）。PT-8820也可用同类产品BA9902直接来代换。

“万年台历”采用家中现成的，一般均能够改造使用。如果要专门购买，可选用目前市面上很流行的超华牌CH-9901型公历、农历100年语音报时报温电脑万年历。

VS用MCR100-1或BT169D、CR1AM-6、2N6565型小型塑封单向晶闸管，其外形如同普通塑料封装的9013型晶体三极管，实物外形和管脚排列参见本书前面图1-103所示。VD1、VD2分别用φ　5mm的红色和绿色发光二极管。

R1、R2用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CD11-10V型电解电容器。B用8Ω、0.1W小口径动圈式扬声器。

SB1、SB2用6mm×6mm 小型轻触按键开关，SB3用小型常闭式自复位按键开关。SB2、SB3也可用一个小型KWX-2微动开关（有一组转换触点）来取代。XP用CSX2-3.5型小插头，XS用与其配套的CKX2-3.5型小插座。G用四节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压6V。

2.6.3 制作与使用

如图2-16所示为该提醒器印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为30mm×22mm。

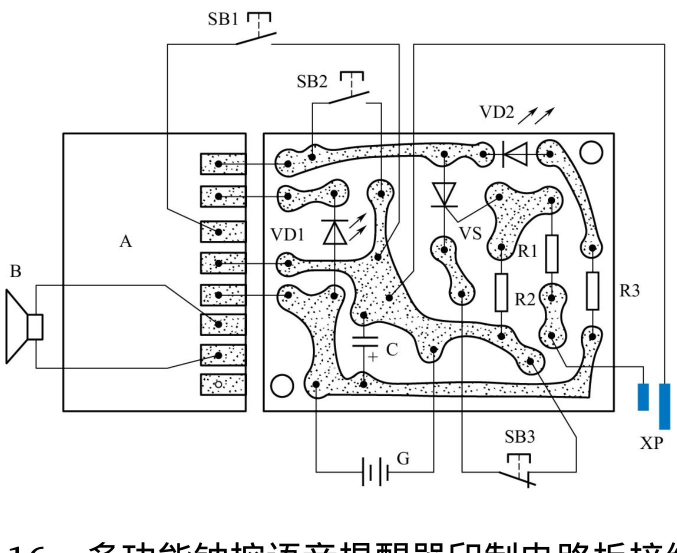


图2-16 多功能钟控语音提醒器印制电路板接线图

焊接好的提醒器电路板连同扬声器B、电池G等全部装入体积合适的

绝缘小盒（如香皂盒）内。盒面板为扬声器B开出释音孔，并打孔分别伸出发光二极管VD1、VD2的发光帽和按键开关SB1～SB3的按键帽。小插头XP则用一段双股导线引出盒外。制成的提醒器外形如图2-17所示。只要元器件质量保证、焊接无误，一装即成。

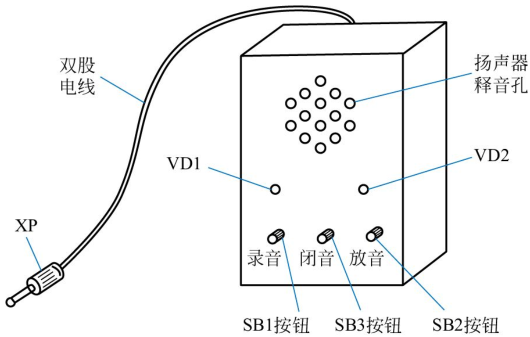


图2-17　多功能钟控语音提醒器外形图

“万年台历”在使用前，须打开后盖，在适当部位开一个φ 6mm的小孔，用于安装好小插座XS，并按图2-14所示断开机内喇叭BL引线的一端，用导线接通XS与机内电路。

使用时，首先在提醒器盒中录制好有关语音，并按所需在“万年台历”上设置好报闹时间（具体方法详见“万年台历”使用说明书）；然后，将提醒器盒中引出的小插头XP插入“万年台历”上的小插座XS内，提醒器便可准时发出提醒语音。如果设定时间到后，发光二极管VD2不发光、扬声器B无声，问题大多出在“万年台历”输出的“铃流”信号不能正向触发单向晶闸管VS导通（即极性不对），只要对调一下XP的两根接线头便可排除故障。

2.7　书柜自动照明灯

如果你的书柜距离书桌台灯较远，每次取书需要开别的电灯照亮，那就赶快动手给书柜安装上下面介绍的自动照明灯吧。这样，夜晚当你打开书柜门取放书时，这个小小的照明灯便自动点亮，既省事、又有趣。

2.7.1　工作原理

书柜自动照明灯的电路如图2-18所示。干簧管E与小磁铁组成书柜门磁控开关，在平时书柜门关闭着时，干簧管E内部触点处于断开状态，使整个电路不耗电。光敏电阻器RL、微调电阻器RP和功率开关集成电路A组成光控开关，在磁控开关接通的条件下，它才能够得电工作。小电珠H1、H2受这两个开关的双重控制，若要点亮电珠，必须两个开关都“闭合”；有一个开关“打开”，小电珠就不能发光。

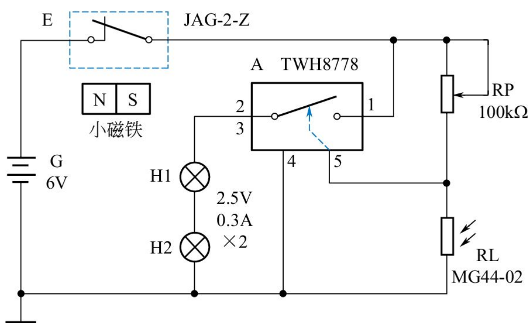


图2-18　书柜自动照明灯电路图

白天，当你打开书柜门取放书时，虽然固定在柜门上的小磁铁远离干簧管E，使干簧管E内部常闭触点失去外磁力作用而依靠自身弹性接通，

但因光敏电阻器RL受自然光照射呈低电阻，功率开关集成电路A的控制端第5脚处于低电平（＜1.6V），其输入端第1脚与输出端第2、3脚之间呈断开状态，所以小电珠H1、H2无电不发光。

夜晚，当你打开书柜门取放书时，干簧管E仍然接通，光敏电阻器RL因无强光照射而呈高电阻，功率开关集成电路A的第5脚获得高电平（≥1.6V），A内部电子开关接通，小电珠H1、H2才得以通电发光。

电路中，功率开关集成电路A第5脚的控制电平高低取决于微调电阻器RP和光敏电阻器RL对电池G的分压。适当改变RP阻值，可改变同一受光条件下RL两端的分压大小，从而使光控灵敏度得以调节。

2.7.2　元器件选择

A选用TWH8778型功率开关集成电路，它采用TO-220五脚塑封包装，体积小便于安装，外形及引脚排列如图2-19（a）所示。TWH8778的内部设有过压、过热、过流等保护电路，其内部电路方框图如图2-19（b）所示，通用性强，可在28V、1A以下作高速开关。它只需在“控制”端（第5脚）加上约1.6V（最大值6V）电压，就能快速控制输出端（第2、3脚）所接负载电源的通断，控制极输入电流仅50μA左右，输入端（第1脚）与输出端之间导通时的电压降一般为0.18～0.45V。TWH8778也可用外形、功能完全一样的同类产品QT3353来直接代换。

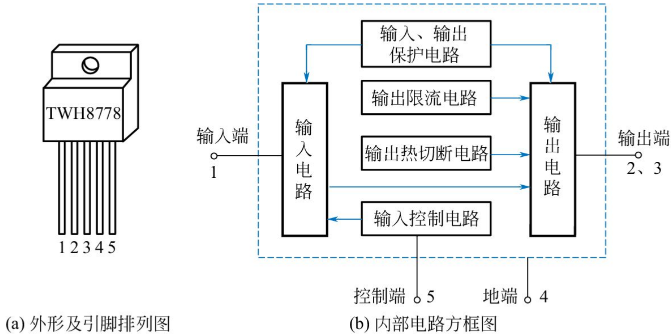


图2-19　TWH8778型功率开关集成电路

RL选用MG44-02型塑料树脂封装的普通光敏电阻器，其他亮阻≤2kΩ、暗阻≥200kΩ的光敏电阻器也可代用。RP用WH7-B型卧式微调电位器，标称阻值取100kΩ。E选用JAG-2-Z型转换触点式干簧管，使用时仅用其常闭的一组触点。小磁铁可拆自废旧塑料磁性铅笔盒，亦可取自从五金商店买来的磁性碰锁。

H1、H2均用手电筒常用的2.5V、0.3A小电珠。G用四节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压6V。

2.7.3　制作与使用

如图2-20所示为书柜自动照明灯的印制电路板焊接图，印制电路板实际尺寸约为30mm×25mm。

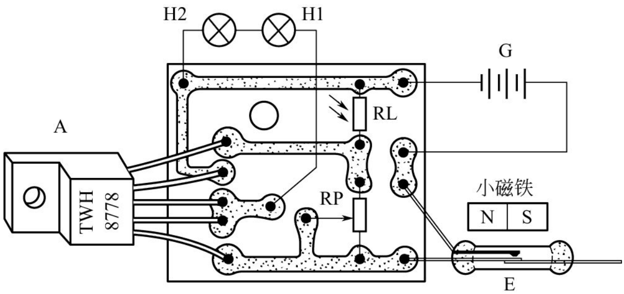


图2-20　书柜自动照明灯印制电路板焊接图

焊接好的电路板连同电池G一块装入体积合适的塑料小盒内，干簧管E、小电珠H1和H2、光敏电阻器RL分别通过双股软细导线引出盒外。干簧管E固定在书柜门框的适当位置处，并正对着E在柜门背面固定小磁铁，要求随着柜门的开关，E的常闭触点应能可靠动作。小电珠H1、H2分别安装在书柜内左右两边或上、下两层书架的顶部，以使整个书架照明良好。光敏电阻器RL一般固定在书柜外面能够良好感受自然光线的地方。对于安上玻璃窗的书柜，RL可不必再外引，只要将它装入一段竹管（避开H1、H2光线干扰），管口朝柜外光亮处便行。

电路调试很简单：在白天室内正常光照的条件下，打开书柜门，用小螺丝刀微调电位器RP阻值，使小电珠H1、H2刚好处于临界发光状态即可。

由于照明小灯电路平时不耗电，所以用电比较节省。每换一次新干电池，一般照明所用的时间与5号电池供电的手电筒相当。

2.8　“一拍亮”延时小夜灯

许多读者都有这样的体会：半夜起床小便或凌晨醒来想看钟表，都要在黑暗中摸索电灯开关，很不方便。尤其半夜醒来一开电灯，强烈的灯光对人的眼睛刺激作用很大，使人睡意顿消。

这里介绍的“一拍亮”延时小夜灯，可以很好地解决上述问题，它是你卧室里很有用的“好伙伴”。每当你拍一下手掌时，这盏延时小夜灯会自动点亮1min（分钟），待你起床小便或看完钟表后，它又会自动熄灭。多么实用而有趣呀，心动不如行动，赶快动手制作吧。

2.8.1 工作原理

“一拍亮”延时小夜灯的电路如图2-21所示，它实际上是一个声控延时小灯电路。压电陶瓷片B与晶体三极管VT1、电阻器R1和R2等组成了声控脉冲触发电路，时基集成电路A与电阻器R3、电容器C等组成了典型单稳态延时电路，晶体三极管VT2、VT3和电阻器R4、R5等组成了小电珠H的功率驱动放大电路。整个电路的电源由干电池G提供。

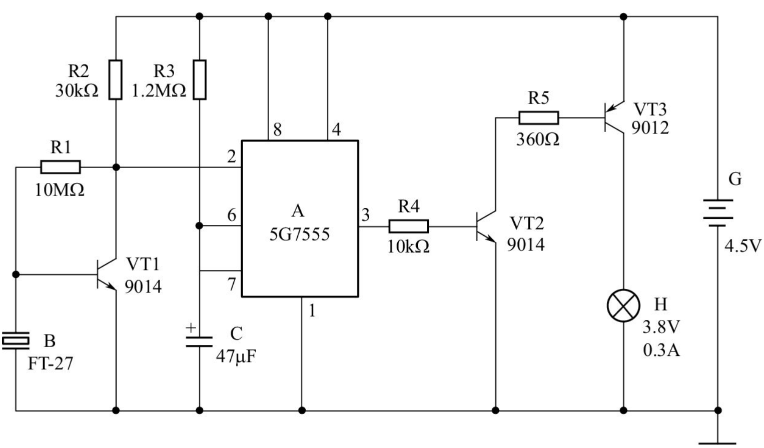


图2-21　“一拍亮”延时小夜灯电路图

平时，由于晶体三极管VT1的偏流电阻器R1取值较大，所以VT1处于不完全导通状态（趋于截止状态），其集电极输出电压高于$1/3V_{DD}$ ＝1.5V（V_{DD} 等于电源电压，即4.5V），与之相连的时基集成电路A的触发端第2脚处于高电平，单稳态电路处于稳态，A的第3脚输出低电平，VT2、VT3均无偏流而截止，小电珠H无电不发光。

当在有效作用距离范围内拍一下手掌时，猝发的声波被压电陶瓷片B接收，并被转换成为微弱的相应电信号。该信号的正半周经晶体三极管VT1放大后，从其集电极输出负脉冲电信号，时基集成电路A的第2脚即获得瞬间低于$1/3V_{DD}$ ＝1.5V的低电平触发信号，使A组成的单稳态电路受触发进入暂稳态（即延时状态），A的第3脚输出高电平信号，VT2获得合适偏流导通，VT3进入完全饱和导通状态，小电珠H通电发出亮光。随着A的第3脚变为高电平，电池G通过电阻器R3向电容器C开始充电。当C两端充电电压（即A的第6、7脚电位）达到$1/3V_{DD}$ ＝3V时，单稳态电路翻转恢复稳态，A的第3脚重新输出低电平，导致VT2、VT3失去偏流而截止，H断电自动熄灭。

电路中，小电珠H每次延时点亮的时间长短，取决于单稳态电路中电阻器R3、电容器C的时间常数，具体可通过公式：t ＝1.1R3C来估算。按图2-21所示选择R3和C的数值，H延时点亮的时间约为1min。在晶体三极管VT1电流放大系数β 、R1电阻值确定的情况下，通过改变R2电阻值，可调整静态时A的第2脚电位高低；也就是说，通过适当调整R2电阻值大小，可达到控制声控灵敏度的目的。

有的读者会问：由晶体三极管VT2、VT3等构成的功率驱动放大电路，为何不采用如图2-22（a）所示的典型复合管放大电路，而采用了如图2-22（b）所示的由NPN和PNP两种三极管构成的互补型放大电路？这是因为采用前一种放大电路时，复合管的饱和管压降高达0.85V（为VT2饱和管压降0.15V和VT3发射结饱和压降0.7V之和），小电珠H工作时两端电压只有4.5V-0.85V＝3.65V，电池向H的供电效率仅为81%，H发光亮度当然不高；而采用后一种放大电路时，由于VT3饱和管压降仅为0.15V，所以H工作时两端电压可达到4.5V-0.15V＝4.35V，电池向H的供电效率可达到96.7%，H发光亮度几乎和采用三节干电池供电的手电筒亮度一样。现在，你该明白采用互补型放大电路驱动小电珠H发光的道理了吧。

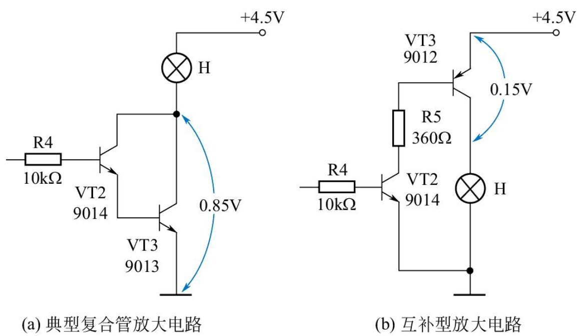


图2-22　VT2、VT3构成的功率放大电路

2.8.2　元器件选择

A选用静态功耗很小的CMOS时基集成电路（又称“555”时基集成电路），如5G7555或I_{CM} 7555、CB7555、CH7555、SG7555型等，它是一种模拟、数字混合集成电路，其引脚排列和功能如图2-23所示。这种

CMOS时基集成电路的静态电流非常小，只有75μA左右（4.5V工作电压下测定），而且工作电压低（实测不低于2V就能正常工作）。常用普通TTL工艺生产的“555”时基集成电路，因其功耗大，要求工作电压较高（≥4.5V），所以不适宜在本制作中使用。

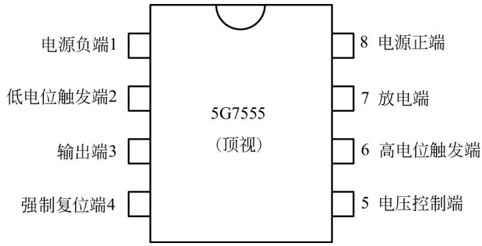


图2-23　5G7555的引脚排列和功能图

VT1、VT2均选用9014（集电极最大允许电流I_{CM} =0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} =310mW）或3DG8型硅NPN小功率晶体三极管，要求VT1的电流放大系数β ＞200，VT2的电流放大系数β ＞100；VT3选用9012（I_{CM} =-0.5A，P_{CM} =625mW）或3CG23型硅PNP中功率晶体三极管，要求电流放大系数β ＞50。

R1～R5均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用漏电很小的优质CD11-10V型电解电容器。B用ϕ 27mm压电陶瓷片，如FT-27、HTD27A-l型等，要求配上简易塑料或金属共振腔盖。H用手电筒常用的3.8V、0.3A小电珠（三节干电池供电的手电筒专用）。G用三节5号干电池串联（需配套塑料电池架）而成，电压4.5V。

2.8.3　制作与使用

如图2-24所示为“一拍亮”延时小夜灯的印制电路板焊接图，印制电路板实际尺寸约为50mm×30mm。印制电路板可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，省去加工专用印制电路板的麻烦。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路。

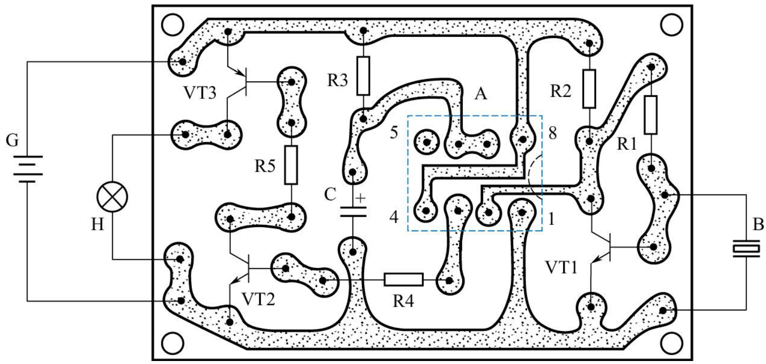


图2-24 “一拍亮”延时小夜灯印制电路板焊接图

全部电路可装入一体积合适的市售塑料动物玩具或其他造型的工艺品硬壳体内，以起到装饰美化作用。笔者装配时采用了如图2-25所示的一个“鱼”造型塑料储钱罐（高度约16cm）。具体做法：首先，将“鱼”的底部“取钱口”处用刀开大，以便放进去电路板和电池架等大件。然后，用电烙铁头在“鱼”嘴部烫一ϕ 9mm的小孔，引出电路板上焊接小电珠H的引线，焊接好小电珠，并由外向里装牢小电珠。在靠近“鱼”底座的适当位置处，用小电钻打上一个ϕ 3mm的小孔，作为压电陶瓷片B的受音孔。在“鱼”体内部正对着小孔的位置，用强力胶紧粘压电陶瓷片的助声腔体。最后，用胶带纸粘封住“鱼”底座的开口。当然，以后更换干电池就通过此

开口处进行。

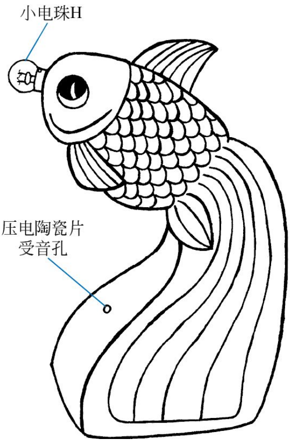


图2-25　“一拍亮”延时小夜灯外形图

使用时，可将延时小夜灯放置在床头桌上的钟表旁边，或者距离床头3～5m以内的其他地方。在床头处通过击掌，来检验电路工作性能。如果嫌声控灵敏度不高，可通过适当增大电阻器R2的阻值来加以调整；反之，如果嫌声控灵敏度太高，可通过适当减小R2的阻值来加以调整。R2阻值一般的选择范围为10～150kΩ。R2阻值太大，A的第2脚在静态时就已处于低电平（＜1.5V），单稳态电路便不能正常工作，小电珠H就会常亮不灭。如果嫌1min的延时时间太短，可通过适当增大电阻器R3的阻值来加以调整；反之，如果嫌延时时间太长，可通过适当减小R3的阻值来加以调整。例如，当R3阻值分别取560kΩ、1.8MΩ、2.4MΩ、3MΩ和3.6MΩ时，所对应的延时时间依次约为30s、1.5min、2min、2.5min和3.1min。

该延时小夜灯的声控电路由于采用了谐振频率较高（约4kHz）的压

电陶瓷片B作为声波传感器，所以对猝发的击掌声、硬物相碰撞声反应灵敏，而对于人们的说话声以及环境其他低频率的嘈杂声，却反应不灵敏。这就是说，电路具有比较好的防误触发性能。当然，将电路声控灵敏度调得比较高时，防误触发能力就会相应降低。这一点读者在调试声控灵敏度时，要掌握并统筹兼顾好。

由于整个电路平时静态耗电很少，实测静态总电流≤130μA，故电路未设置电源开关。每换一次干电池，一般可使用数个月时间。但长时间不使用小夜灯时，应将干电池从电池架上取出来，以免电能消耗尽后，电池流液腐蚀坏电路。

2.9　门控照明电灯

给家中室内普通照明电灯附加上门控开关，在不影响电灯正常使用的前提下，可使电灯新增主人进出房门自动照明和房门未关妥光提醒两种功能，为你的家庭生活带来方便和安全。

整个门控开关仅由5个电子元器件和2个接线桩构成，经作者本人实际安装使用，证明效果良好。心动不如行动，赶快按下面的介绍自己动手制作吧。

2.9.1　工作原理

门控照明电灯的电路如图2-26所示。虚线右边为原照明电灯电路，左边为新增门控开关电路。新增门控开关的两个接线桩X1、X2，直接与原电灯开关SA两端相接。当SA闭合时，电灯H正常发光，新增门控开关不

起作用；只有在SA断开的条件下，新增门控开关才会发挥作用。平常，新增门控开关在电灯开关SA断开时，自身耗电甚微，实测静态电流小于2.2mA。

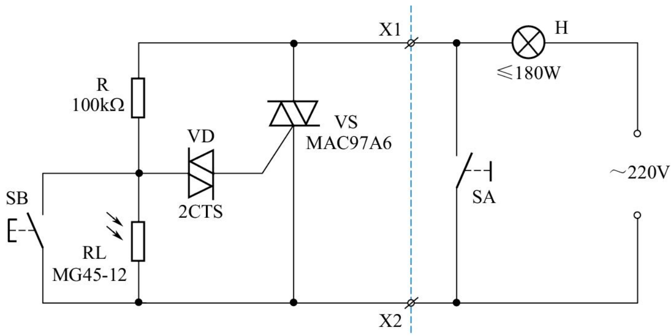


图2-26　门控照明电灯电路图

新增门控开关电路主要由双向晶闸管VS、双向触发二极管VD、光敏电阻器RL和小型轻触开关SB等组成。平时，房门关闭时SB受门扇作用处于接通状态，RL两端被短路，VS因无触发电压而截止，所以不管是白天还是夜晚，只要门关着时，电灯H均不会受门控开关控制而发光。当房门被打开时，SB随着门扇的移开而自动断开，RL两端将产生一交流电压。此电压大小由电阻器R和RL串联电路对220V交流电的分压（忽略H灯丝电阻）确定，当它超过VD的转折电压时，VD和VS先后导通，H通电发光。在白天，由于环境光线较强，RL的阻值较小，两端分电压一直小于VD的转折电压，VD和VS均处于截止状态，H不会发光；只有在夜晚环境光线弱下来时，RL的阻值上升，相应的它两端的分电压也增加，直至大于VD的转折电压，使VD和VS相继导通，H才会发光。

总之，门控开关只有在房门被打开、环境光线较弱时，才会控制电灯H发光，并且随着环境光线的减弱，电灯发光的亮度相应增强，直至灯全亮。反之，随着环境自然光线的增强，电灯发光相应减弱，直至熄灭。

2.9.2　元器件选择

VS选用MAC97A6（额定通态电流$I_T=1A$、断态重复峰值电压$U_{DRM}\geq 600V$）或BCR1AM-6（额定通态电流$I_T=1A$、断态重复峰值电压$U_{DRM}\geq 400V$）型普通双向晶闸管，其外形如同普通塑封小功率三极管，实物及引脚排列如图2-27所示。双向晶闸管又叫双向可控硅，它是一种具有三个PN结的功率型半导体器件，共有三个引出脚：第一阳极T1、第二阳极T2和控制极（也称门极）G，焊接时要认清引脚，不可弄错。

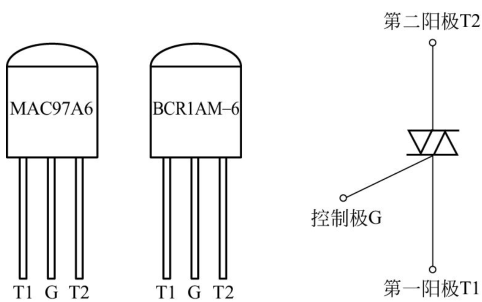


图2-27　小型塑封双向晶闸管实物及引脚排列

VD选用转折电压在20～40V的双向触发二极管，如2CTS、2D201YR、DB3型等。

RL用普通MG45-12型塑料树脂封装光敏电阻器，要求亮阻和暗阻相

差倍数愈大愈好；也可用其他亮阻≤2kΩ、暗阻≥1MΩ、工作电压≥50V的普通光敏电阻器代换。R采用RTX-1/2W型碳膜电阻器。SB用14mm×14mm小型轻触开关。X1、X2用拆自废旧壁开关或插座的铜质接线桩。

2.9.3 制作与使用

如图2-28所示为门控照明电灯（实际上是新增门控开关）的印制电路板接线图。印制电路板用刀刻法制作而成，实际尺寸约为24mm×24mm。

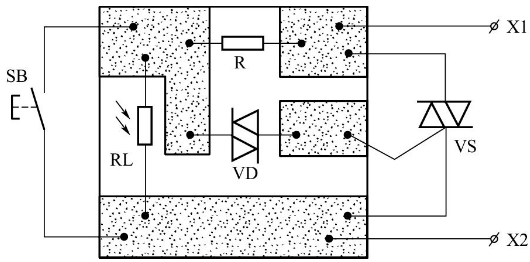


图2-28 门控照明电灯印制电路板接线图

全部元器件焊接在印制电路板上，接线桩X1、X2应直接固定在电路板上。焊接好的电路板装入体积合适的绝缘密闭小盒内，并注意在盒子下侧面（相对于安装面而言）为光敏电阻器RL开出感光窗口，在上侧面为X1、X2开出接线孔；在盒子面板开孔伸出小型轻触开关SB的按键帽。

焊装好的门控开关，参照图2-29所示，固定在房内门框顶部合适位置处，并在门扇相应位置处固定一磷铜片，要求房门关严实时，磷铜片压

住SB按键，使SB处于接通状态；门稍一打开，磷铜片又能离开紧压着的SB按键，使SB能够马上复位好。门控开关的接线桩X1、X2，应通过一定长度的双股塑皮电线，不分顺序直接跨接在控制室内照明电灯的电源开关两端即成。注意：被控电灯只能是白炽灯泡，并且总功率不得超过180W；在加装门控开关前，必须先断开220V交流电的总电源开关，严禁带电加装。

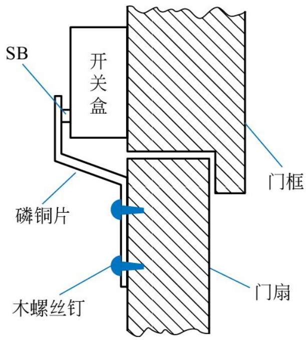


图2-29　门控开关安装示意图

如果使用中感到新增门控开关的光灵敏度不够，即天黑后电灯不能够随着房门的打开而自动点亮，应检查光敏电阻器RL是否受到室内其他光线的直射干扰；反之，如果天尚未全黑时，电灯便随着房门的打开而自动点亮，说明RL接收的自然光线太少，必要时可用双股软导线直接将RL引至（注意要采取绝缘保护措施）门外或窗口等环境自然光较强的地方去。另外，RL质量太差时，也会出现这类光灵敏度差的现象，应更换光敏电阻器试一下。

加装上门控开关的照明电灯，在日常生活中使用既简便又有效。

① 当你夜晚回家进屋时，随着房门被打开，室内电灯即自动点亮。这时进屋后先不要关门，应先闭合室内电灯开关，然后再关门，这样可保持室内电灯一直发亮，直到断开电灯开关为止。

② 晚上出门时，应先开门，然后再关电灯开关，这样电灯可一直亮到你锁房门为止。

③ 晚上上床睡觉前关灯，如果电灯关不灭，说明房门忘记关或未关死，应关好房门再就寝，以免发生失盗或其他不测事件。

2.10 无线电遥控窗帘装置

用无线电遥控专用发、收组件制作的窗帘遥控装置，工作稳定可靠，性价比高，它具有两大特点：其一，线路简单，安装容易，不像有的控制电路要在窗帘两端加装限位开关等；其二，可在任意位置“停”“启”窗帘，实现窗帘半开状态控制，而不像一般常见控制电路只能做到全开和全闭窗帘，使用更方便。

2.10.1 工作原理

无线电遥控窗帘装置的电路如图2-30所示。A1为微型钥匙扣式无线电编码发射器，A2为与其配对的接收解码模块。晶体三极管VT1～VT6组成直流电动机M的正、反转驱动电路，晶体二极管VD1～VD4组成M反电势钳位电路，以保护VT3～VT6免遭损坏。电源变压器T、整流二极管VD5和VD6、滤波电容器C2等组成电源变换电路，将220V交流电变换成约12V直流电，供遥控接收及控制电路用电。

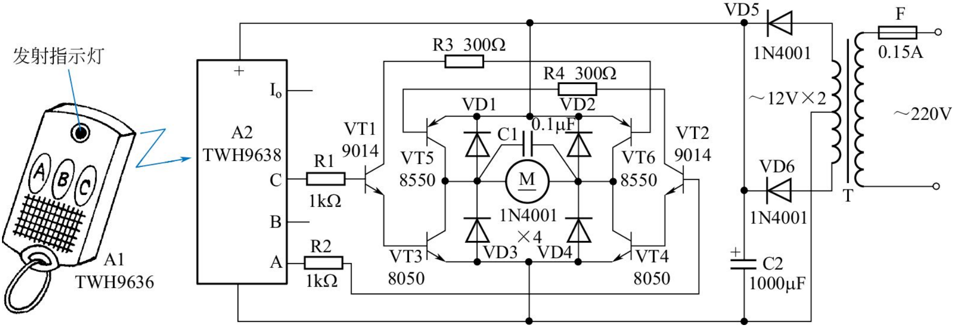


图2-30　无线电遥控窗帘装置电路图

接通电源，无线电接收解码模块A2的三个数据锁存输出端A～C均输出低电平，晶体三极管VT1～VT6全部截止，电动机M无电不转动。当按动无线电编码发射器A1上的A键时，A1内藏天线就会向周围空间发射出频率约为265MHz的编码无线电波，在有效作用距离范围内，被A2模块内藏天线接收，经内部电路放大、检波、解码后，使对应数据锁存输出端A输出高电平（实测约4V），于是VT2、VT4和VT5先后导通，M获得左正右负直流电压正转，控制窗帘徐徐拉合；当按动发射器A1上的B键时，A2对应输出端B变为高电平，而A端恢复低电平，由于B端悬空未用，故M自动断电停转。当按动发射器A1上的C键时，A2对应输出端C输出高电平，而B端恢复低电平，于是VT1、VT3和VT6先后导通，M获得右正左负直流电压反转，控制窗帘徐徐拉开；当再次按动发射器A1上的B键时，A2对应的B端输出高电平，而C端恢复低电平，M自动断电停止转动。

2.10.2　元器件选择

A1、A2选用国产TWH9636/TWH9638型三位无线电遥控专用组

件，它包括一只微型化的匙扣式数字编码发射器和一只模块化的接收解码器，其有效遥控距离达20～40m，适应工作环境温度为-25～70℃。

无线电编码发射器A1的外形参见图2-30左边所示，其体积约为62mm× 33mm×15mm，在面板上设有A、B、C三位按键和一个发光二极管指示灯，机内装有1节AG23-12V型电池。每当按动按键时，发光二极管点亮，机内数字编码电路工作并驱动频率为265MHz的超高频发射电路，将载有数字信号的高频电磁波通过印制板天线发射出去。发射器工作时电流约6mA，不发射时不耗电。

无线电接收解码模块A2的外形及引脚排列如图2-31所示，其体积约为47mm×32mm×16.5mm，内有超再生式高频接收电路、信号检出及处理电路、译码电路等，可直接输出互锁的三路（A、B、C端）高电平信号和一路（I_O 端）非锁存正脉冲信号。通常，A、B、C端也称为三位数据输出端，它们与发射器上A、B、C三位数据发射按键一一对应；I_O 端称为解码有效输出端，所输出正脉冲脉宽基本上与有效按动发射器按键时间同步。接收解码模块A2内部已设计有稳压电路，工作电压范围9～14V，工作电流（各输出端悬空）4.5mA；接收灵敏度0.5mV，接收频率265MHz，带宽250kHz；各输出端最高输出电压（空载）4V、最大输出电流（短路）2mA。接收解码模块上的TP脚为测试端，通过它可方便地从示波器上观察到接收信号中的编码脉冲，实际使用时空悬不接入电路。

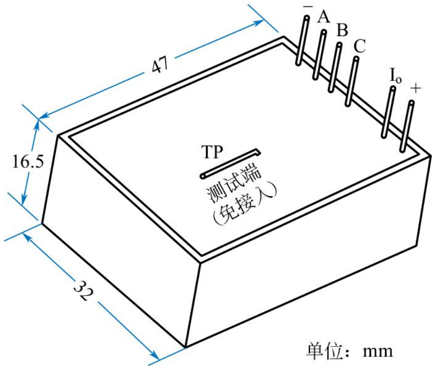


图2-31　TWH9638型三位无线电遥控接收模块A2的外形及引脚排列

这里特别要说明的是，读者如果一时购买不到TWH9636/TWH9638型三位无线电遥控专用组件，可用类似的其他型号的三位或四位（空一位不用）无线电遥控专用组件来直接代换，一般只要接收解码模块的标称工作电压满足电路所要求的直流12V工作电压即可。

晶体管VT1、VT2用9014（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，VT3、VT4用8050型（I_{CM} ＝1.5A，P_{CM} ＝1W）硅NPN中功率三极管，VT5、VT6用8550型（I_{CM} ＝-1.5A，P_{CM} ＝1W）硅PNP中功率三极管，均要求电流放大系数β ＞100。VD1～VD6一律用1N4001或1N4004型硅整流二极管。

R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1用CT1型瓷介电容器，C2用CD11-25V型电解电容器。T用优质成品220V/12V×2、10W电源变压器，要求长时间通电不明显发热。F用带管座的BGXP-0.15A型保险管。

M选用额定工作电压为12V、工作电流为0.5A左右的小型直流电动机。M也可用9V直流电动机来代替，但此时电源变压器T的输出电压应选择双9V为宜。由于电动机转速高不能直接拉动窗帘，所以必须通过减速传动器才能获得满意的窗帘拉动速度。减速传动器可利用玩具电动车的减速装置直接改造而成，还可利用废旧钟表中的齿轮组制作，减速比一般以选择（40：1）~（100：1）为宜。如手头找不到合适齿轮，可参照图2-32所示自制简易蜗杆与涡轮传动器：首先，将原电动机的轴加长，把ф1.2mm左右漆包线上的漆刮干净（也可选用同直径的其他裸体金属线），以2mm的间距在加长轴上绕4圈，并用焊锡将全部金属线上锡，再用锉打成蜗齿形状；然后，用厚1mm左右的金属片，加工成ф 30mm的圆形，用锉沿圆周等距锉出40个齿，要求齿深小于1.5mm，即制成涡轮；最后，将电动机和涡轮固定在金属支架上，保证结构紧凑，转动灵活。

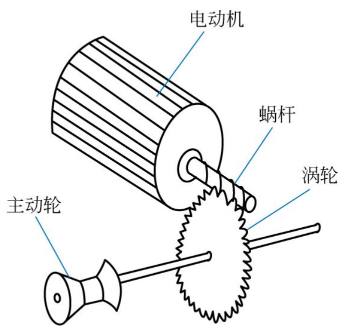


图2-32　简易变速传动器构成图

2.10.3　制作与使用

除无线电编码发射器A1外，接收控制器电路全部焊接在如图2-33所

示的印制电路板上，印制电路板实际尺寸约为90mm×55mm。焊接时注意：电容器C1宜直接焊在电动机M的两个接线端上，不要焊接在电路板上。焊接好的电路板连同电动机M、电源变压器T等一块装入体积合适的绝缘材料小盒内。

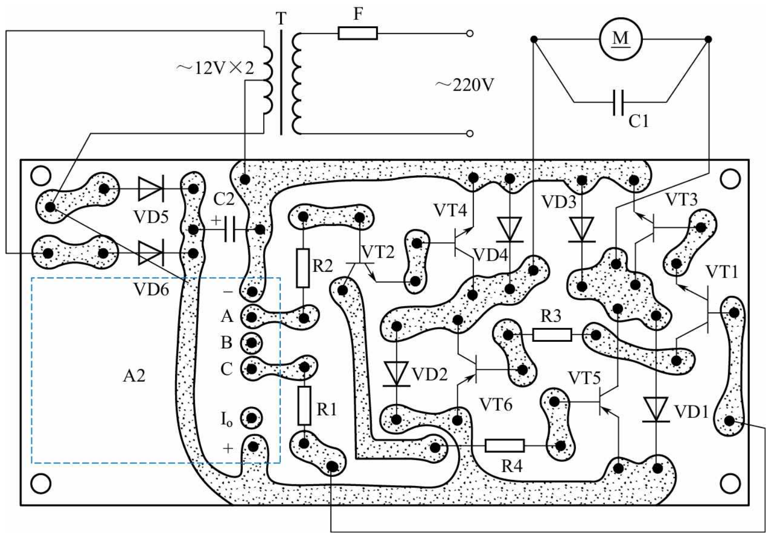


图2-33　无线电遥控窗帘装置印制电路板图

如图2-34所示为无线电遥控对开窗帘的安装示意图。窗帘悬挂在导轨上，导轨上方安装滑轮及牵引线，其中主动滑轮直接安装在电路控制盒的减速器上。两个滑轮可用市售现成窗帘拉绳滑轮改造而成。牵引线宜选用尼龙线，把它接成环形，套在两端滑轮上，并保持绷紧状态。为了防止打滑，牵引线可在主动滑轮上绕1～2圈。窗帘活动的两端，通过细铁丝或线绳固定在牵引绳a、b两点处，以便在牵引绳左右移动时带动窗帘闭合或拉开。如果被控窗帘是单开帘，则只需将活动一端与牵引线某一合适处固

定连接在一起便行。

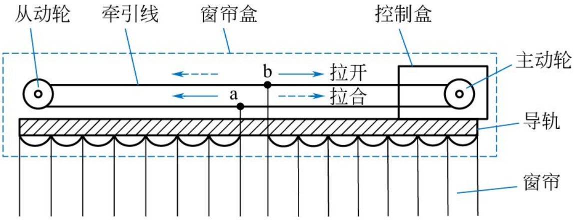


图2-34　无线电遥控对开窗帘安装示意图

第3章
美化生活类制作

本章介绍了10个用于美化家庭生活的新颖电子小制作，是给家庭增光添彩、带来温馨和快乐的小作品。这些制作实例是读者在掌握了第1章“手把手教你学制作”入门制作技能后的延伸和提高，可根据需要选择并自行设计具体的制作步骤和流程等，充分发挥个人能动性开展“动手做”。通过制作与使用，能够让读者尽快成为一名运用电子小作品来美化和改善家居生活的“电子迷”。

- 3.1 闪光塑料盆花
- 3.2 双色鱼缸灯
- 3.3 声光“圣诞树”
- 3.4 迎宾型语音门铃
- 3.5 会迎客的“鹦鹉”
- 3.6 会“说话”的礼品盒
- 3.7 音乐型照明灯
- 3.8 双色音乐彩灯
- 3.9 七彩循环装饰灯
- 3.10 车辆礼貌叫让路喇叭

3.1　闪光塑料盆花

逢年过节，你可自己动手制作一盆闪闪发光的塑料盆花，在全家人团聚的晚上，接通电源，藏在每朵塑料花里的发光二极管就会按各自固有的频率闪烁，此起彼伏，华光四射，可为居室增添艳丽的光彩。

3.1.1　工作原理

闪光塑料盆花的电路如图3-1所示。新型闪烁发光二极管VD3、VD6、VD9、VD12和其余的普通发光二极管构成了四路闪光发生电路。

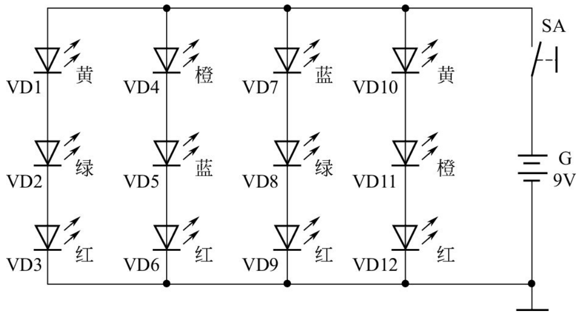


图3-1　闪光塑料盆花电路图

闭合电源开关SA，电池G即向闪光发生电路供电，四个闪烁发光二极管VD3、VD6、VD9、VD12便会按各自固有的频率闪光，与之串联的普通发光二极管也跟随闪光，从而给人以整体色、光变化多彩多态之感。

3.1.2　元器件选择

VD3、VD6、VD9、VD12均选用国产BTS11405型红色闪烁发光二极管，其内部功能方框图和外形图如图3-2所示，它的外形和正、负极引脚识别与ϕ 5mm普通发光二极管完全相同。这种新型闪烁发光二极管的最大特点在于：内部封装有大规模集成电路，是光电技术与半导体集成工艺相结合的新产品；当外加一定电压时，内部振荡器便产生一定频率的方波脉冲，经分频器变换为超低频脉冲，再通过驱动放大器推动发光二极管闪烁发光。BTS11405型红色闪烁发光二极管的主要参数为：工作电压5V，工作电流≤35mA，闪烁频率1.3～5.2Hz，开关占空比33%～67%，发光强度0.8mcd。

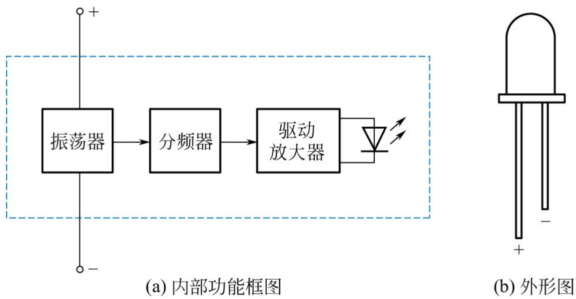


图3-2　BTS11405型闪烁发光二极管

普通发光二极管的选择对形状和尺寸要求都不严格，但接入电路时应按图3-1所示将各颜色搭配连接。SA用CKB-1型小型拨动开关，亦可用其他小型单刀单掷开关。

G用六节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压9V。如用6F22-9V型叠层干电池也行，只是使用寿命相对要短得多。

3.1.3　制作与使用

首先，从商店选购一盆塑料鲜花，要求花朵小些且透光性较好；然后，将电池G（配塑料电池架）置于花盆内，在花盆合适位置处开孔安装电源开关SA，所有发光二极管则用与花杆颜色相同的细塑料外皮电线无顺序引入到各花蕊中间（多余的引入花叶间）去即成。

当夜幕降临时，闭合电源开关SA，朵朵塑料鲜花便发出令人目不暇接的闪烁光。当闪烁光变暗时，说明电池电能不足，应及时更换新的同规格干电池。

3.2　双色鱼缸灯

养金鱼是一项很有意义的业余爱好，它能陶冶人们的情操。如果你是一位金鱼爱好者，不妨给鱼缸里的假山石安装上下面介绍的双色闪光彩灯，它将会给鱼缸增添艳丽的光彩。

3.2.1　工作原理

双色鱼缸灯的电路如图3-3所示。晶体三极管VT1、VT2组成了一个无稳态自激多谐振荡器，只要合上电源开关SA，VT1与VT2就会交替导通和截止。当晶体三极管VT1导通时，变色发光二极管VD的R端有电流输入，VD发出红光；当晶体三极管VT2导通时，变色发光二极管VD的G端有电流输入，VD发出绿光。随着电路的振荡，变色发光二极管VD便自动交换色彩，发出红、绿两种不同的色光来。

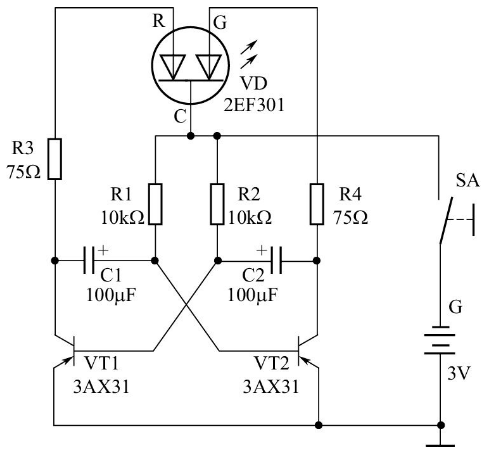


图3-3　双色鱼缸灯电路图

电路中，自激多谐振荡器的振荡周期决定了变色发光二极管VD的闪光速度，它由电阻器R1、R2和电容器C1、C2的数值大小来确定。按图选用元器件，变色发光二极管VD的闪光周期约为1.4s。

3.2.2　元器件选择

VD采用2EF301型变色发光二极管，其外形及引脚排列如图3-4所示。它内部集成了红色（R）和绿色（G）两个普通发光二极管芯，对外只有三条引出脚：红色发光二极管芯的正极、绿色发光二极管芯的正极和公共负极。使用时，公共负极接电路的低电位端，当R脚输入工作电流时，变色发光二极管发出红色光；当G脚输入工作电流时，变色发光二极管发出绿色光；当R脚和G脚同时输入工作电流时，变色发光二极管发出混合色光，即：红色光＋绿色光＝橙色光；当R脚和G脚的输入电流比例不同时，变色发光二极管的发光颜色按比例在“红色光—橙色光—绿色光”之间变

化，这就是“变色发光二极管”名称的由来。

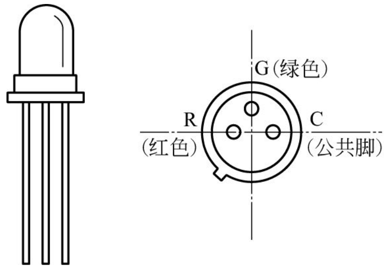


图3-4　2EF301型变色发光二极管外形及引脚排列

VT1、VT2选用3AX31（集电极最大允许电流I_{CM} =-125mA，集电极最大允许功耗P_{CM} =125mW）型锗PNP小功率晶体三极管，要求电流放大系数β ＞50，穿透电流I_{ceo} 尽可能小些，并保持两管参数大致上相仿。如果手头无3AX31型锗晶体三极管，可用9015（集电极最大允许电流I_{CM} =-0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} =310mW）或3CG21型硅PNP小功率三极管来代替。

R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CD11-10V型电解电容器。

SA用CKB-1型小型拨动开关，亦可用其他小型单刀单掷开关。电池G用两节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压3V。

3.2.3　制作与使用

如图3-5所示为该鱼缸灯的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为35mm×20mm。

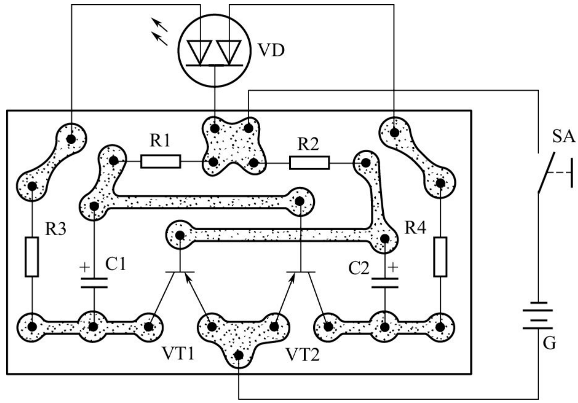


图3-5　双色鱼缸灯印制电路板接线图

除变色发光二极管VD外，其余元器件均安装在绝缘小盒内。变色发光二极管VD通过三根塑料软导线引入鱼缸进行装饰，接头处应用热熔胶（或蜡、快干漆等）封固，以免水下漏电。

只要焊接无误，电路一般不用调试就能正常工作。调整电阻器R1和R2或者电容器C1和C2的数值，可改变变色发光二极管VD的闪光速度；调整电阻器R3和R4的阻值，可改变变色发光二极管VD的发光亮度。该电路在工作时消耗电流仅十几毫安，所以用电很省。

每当夜晚，接通电源开关SA，鱼缸内的变色发光二极管VD即自动变换色彩，红绿辉映，使水中游动着的鱼儿更显得活泼可爱、光彩迷人。

3.3　声光“圣诞树”

每年的12月25日这一天，是西方国家传统的宗教节日——圣诞节。近年来，圣诞节在中国各大、中城市几乎家喻户晓，风行一时。圣诞节到

来之际，许多场所都摆放了各式各样的“圣诞树”，它不仅给人们营造了浓郁的节日气氛，而且还给人们带来了一份祝福。

声光“圣诞树”不仅能够发出红、绿、黄等颜色的点点闪光，而且还会反复奏响悦耳动听的《圣诞歌》乐曲。制作这样一棵声光“圣诞树”，必将给你的圣诞之夜增添欢快的节日气氛。

3.3.1 工作原理

声光“圣诞树”的电路如图3-6所示。音乐集成电路A和压电陶瓷片B组成了音乐演奏电路。由于A的触发端TG直接与V_{DD} 相接，所以只要一接通电源，B就会反复演奏出A内部所储存的乐曲。晶体三极管VT1～VT3以及外围电阻器R1、R3、R5和电容器C1～C3等组成了三管无稳态自激多谐振荡器。其中：发光二极管VD1～VD5、VD6～VD10、VD11～VD15分别通过对应的限流电阻器R2、R4和R6接入VT1～VT3的集电极回路，分别作为VT1～VT3的负载，使它们随着电路的振荡发出红色、绿色、黄色等三路循环闪光。

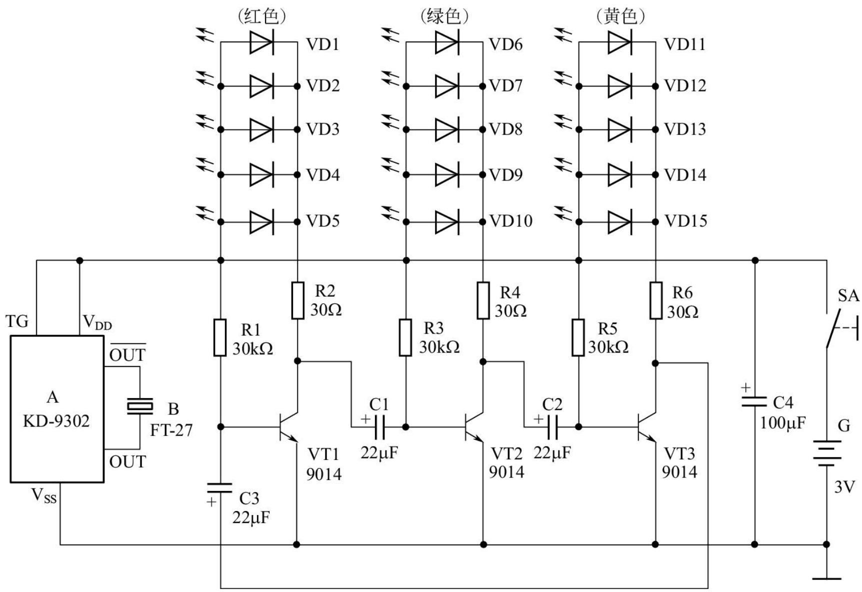


图3-6　声光“圣诞树”电路图

三管无稳态自激多谐振荡器的工作过程：闭合电源开关SA，晶体三极管VT1～VT3争先导通。由于VT1～VT3三只管子的参数不可能完全一致，所以其结果是必然有一只管子截止，另两只饱和导通。例如VT1截止，VT2、VT3导通；或VT2截止，VT1、VT3导通；或VT3截止，VT1与VT2导通。假定VT3首先导通并饱和，则它的集电极电压接近零电压。由于电容器C3两端的电压不能突变，所以三极管VT1的基极也被拉到接近零电压，使三极管VT1无法再导通而截止。三极管VT1的截止，使它的集电极电压接近电源电压，通过电容器C1的耦合作用使三极管VT2的基极为高电压，三极管VT2因此而处于饱和导通状态。上述过程很快就会完成，此时三极管VT1处于截止状态，VT2和VT3处于饱和导通状态，与之相对应的发光二极管VD1～VD5不亮，而VD6～VD10和VD11～VD15均通电发

光。

随着时间的延续，电源电压通过电阻器R1对电容器C3进行反向充电，使三极管VT1的基极电压不断升高，当达到一定程度时，三极管VT1开始导通，并由截止状态很快变为饱和导通状态。由于三极管VT1变为饱和导通状态，它的集电极电压随之下降，通过电容器C1的耦合作用使三极管VT2的基极电压也下降。这样三极管VT2由饱和状态变为截止状态。此时三极管VT1和VT3都处于饱和导通状态，而三极管VT2处于截止状态，与之相对应的发光二极管VD6～VD10熄灭，而VD1～VD5和VD11～VD15均通电发光。

紧接着电源又开始了对电容器C1的反向充电（通过电阻器R3和饱和导通的VT1进行），使三极管VT2的基极电压不断升高，三极管VT2开始导通，并由截止状态很快变为饱和导通状态，如此循环下去。在每一时刻，电路中总有一只三极管处在截止状态，而另两只三极管是处在饱和导通状态；与截止状态三极管相对应的一路共五只发光二极管会熄灭，而另外两路共十只发光二极管则点亮。如果巧妙安排发光二极管在圣诞树上的位置，就能产生良好的视觉效果。

电路中，自激多谐振荡器的振荡周期决定了VD1～VD5、VD6～VD10和VD11～VD15三路发光二极管循环交替闪光的速度，它由电阻器R1、R3、R5和电容器C1～C3的数值大小来确定。R2、R4和R6分别为对应各路发光二极管的限流电阻器，其阻值大小决定对应五只发光二极管的发光亮度。C4为退耦电容器，它能够有效地消除因电池内电阻增大而产生的压电陶瓷片B发声畸变等现象，相对延长电池的使用寿命。

3.3.2　元器件选择

A选用KD-9302型（内储《圣诞歌》曲）音乐集成电路，也可用同一系列产品中的KD-9304型（内储《快乐世界》等“圣诞三曲”）音乐集成电路，它们均采用软包封装形式制作在尺寸为23mm×14mm的小印制电路板上，如图3-8左边所示，并给有外围元件焊接脚孔，使用很方便。该音乐集成电路的主要参数：工作电压范围1.3～5V，典型值为3V；触发电流≤40μA，静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

音乐集成电路A也可用外形基本上与KD-9302一致（需外接一只68kΩ、1/8W的碳膜电阻器，主要用于调节乐曲演奏速度）的CW9300系列音乐集成电路，如CW9303（内储《圣诞钟声》曲）、CW9307（内储《圣诞钟声》《红鼻鹿》《欢乐世界》曲）、CW9317（内储《圣诞钟声》《圣诞老人进城》《圣诞快乐》曲）、CW9320（内储《圣诞树》曲）等。

B采用FT-27或HTD27A-1型（φ　27mm）压电陶瓷片，要求购买时配上专门的简易助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖），以增大发声量。这种带助声腔盖的压电陶瓷片构成和外形如图3-7所示。压电陶瓷片的结构是在金属基板上做有一压电陶瓷层，压电陶瓷层上有一镀银层。当通过金属基板和镀银层对压电陶瓷层施加音频电压时，由于压电效应，压电陶瓷片便发出声音。组装时，先分别从压电陶瓷片的金属基板和镀银层上焊出两条引线。注意焊接时间不宜过长，以免烫裂压电陶瓷层。焊好引线后，将压电陶瓷片卡到助声腔盖上，注意镀银层朝里，其引线从助声腔盖旁的缺口中伸出。这样，压电陶瓷片与助声腔盖之间就形成了一个助声

腔，使发出来的声音变得响亮。

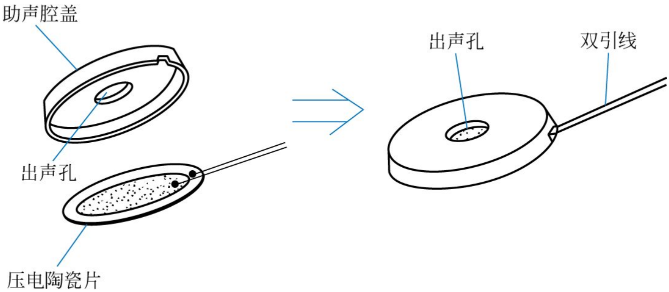


图3-7　带助声腔盖的压电陶瓷片构成和外形

音乐集成电路A和带助声腔盖的压电陶瓷片B也可拆自用过的音乐贺年卡。具体方法：撕开贺年卡的外皮，拆出音乐机芯；取掉音乐机芯原有的两粒纽扣电池不用，将接纽扣电池正、负极的V_{DD}和V_{SS}两个端头，通过适当长度的电线引焊到电路板上去即可。

VT1～VT3均选用9014（集电极最大允许电流$I_{CM}=100mA$，集电极最大允许功耗$P_{CM}=310mW$）或3DG8型硅NPN小功率晶体三极管，要求电流放大系数$\beta>50$，并保证各管参数基本上一致。

VD1～VD15均用φ　5mm普通发光二极管，如有条件用高亮度发光二极管，则效果更佳。发光二极管的颜色一般取红、绿、黄三色即可，但注意相互并联的发光二极管必须用同一色管子，并要求选择相同型号、参数尽量保持一致的同一批产品，否则会因参数的差异而发生个别管子发光特别亮、有的管子却发光很暗的不良现象。

R1～R6均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1～C4均用CD11-10V型电

解电容器。SA用CKB-1型小型拨动开关，亦可用磷铜皮自行弯制。G用两节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压3V。

3.3.3　制作与使用

如图3-8所示是该声光“圣诞树”的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为55mm×25mm。音乐集成电路A通过两根引线头V_{DD} 和V_{SS} ，焊接到电路板上对应的脚孔内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS电路。

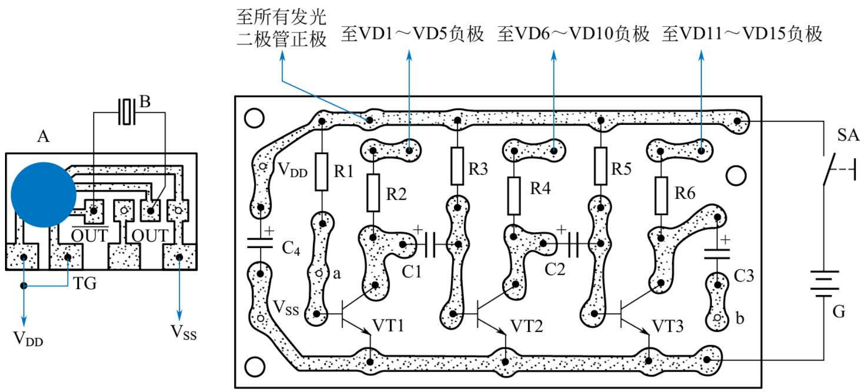


图3-8　声光“圣诞树”印制电路板接线图

焊接好的电路板除发光二极管VD1～VD15以外，应连同电池G等全部装入一个体积合适的绝缘小盒内，其外形如图3-9所示。盒子面板适当位置处为压电陶瓷片B开出释音孔，并开孔固定电源开关SA；盒子顶部安装上用铁丝弯制而成的小挂钩，并开出小孔通过四根塑料外皮软导线（颜色应尽可能与小松树的“树干”颜色保持一致）引出发光二极管VD1～

VD15。

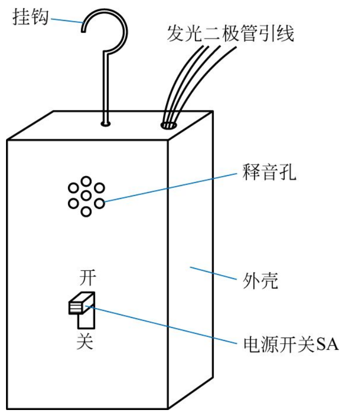


图3-9　声光“圣诞树”电路盒外形图

声光“圣诞树”以盆栽小松树或市售塑料仿真小松树为树体进行装配。按照图3-10所示，将制成的电路盒挂到盆栽小松树的树干上，应注意要将电路盒隐藏在树叶中，再将三路红、绿、黄色发光二极管串挂在小松树上即可。为了安装方便，可将所有发光二极管的引脚剪短至5～10mm，但焊接引线时注意一定要用镊子夹住引脚根部帮助散热，以防止电烙铁烫坏发光二极管。发光二极管在小松树上分布应交叉错落，但整体排列应比较均匀。

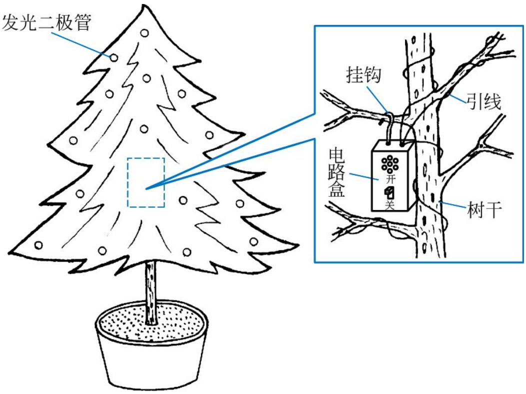


图3-10　声光“圣诞树”装配示意图

装配成的声光“圣诞树”，只要元器件质量有保证，焊接无误，一般不需要任何调试便可投入使用。如嫌三路发光二极管轮流交替闪光的速度太快（或太慢），可通过同时适当增大（或减小）电阻器R1、R3、R5或电容器C1～C3的数值来加以调整；如嫌VD1～VD5或VD6～VD10、VD11～VD15的发光亮度太暗（或太亮），可通过适当减小（或增大）对应限流电阻器R2或R4、R6的阻值来加以调整。如欲同时增大压电陶瓷片B的发音量和VD1～VD15的发光亮度，可将电源电压提高到4.5V，即用三节5号干电池串联供电。

圣诞之夜，闭合电源开关SA，声光“圣诞树”便会发出欢快悦耳的《圣诞歌》乐曲声，同时伴有红、绿、黄等各色发光二极管的闪亮，宛若夜空闪烁的星光，此起彼伏，璀璨夺目，可为节日的居室增添艳丽的光彩。

该声光“圣诞树”在工作时，电路所消耗的总电流仅为几十毫安，所

以用电很节省。当闪烁光变暗时，说明电池电能不足，应更换新的同规格干电池。

3.4　迎宾型语音门铃

迎宾型语音门铃是一种半智能化的双功能语音门铃：当来客按下门口的按钮开关时，室内门铃便会发出“叮咚，您好，请开门”的女中音声；当主人闻声打开房门后，它又会发出“欢迎光临”的问候语，给客人以亲切友好感。

动手在家中的房门上安装这种新颖有趣的迎宾型语音门铃，可为居家增添文明礼貌、欢乐和谐的气氛。

3.4.1　工作原理

迎宾型语音门铃的电路如图3-11所示。语音集成电路A1、电阻器R1、晶体三极管VT1和按钮开关SB1等元器件组成了语音型“叮咚”门铃电路，语音集成电路A2、电阻器R3、晶体三极管VT2、电容器C1、晶体二极管VD和门控开关SB2等元器件组成了语音型自动迎客器电路。B为共用扬声器。

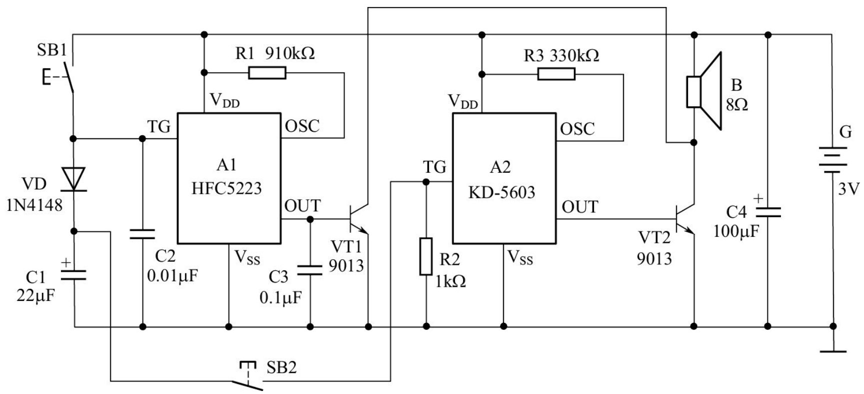


图3-11　迎宾型语音门铃电路图

当来访的客人按动一下门铃按钮开关SB1时，在语音集成电路A1的触发端TG上会产生正脉冲电信号，A1内部电路受触发工作，其输出端OUT输出一遍内储的“叮咚，您好，请开门”语音电信号，经晶体三极管VT1功率放大后，推动扬声器B发出叫开门声；与此同时，电池G经门铃按钮开关SB1、隔离二极管VD对电容器C1充上约2.3V的电压，作为下一步触发语音集成电路A2工作的电信号。

当主人听到门铃声开门迎接客人时，安装在门扇上的微动开关SB2随着门扇的打开而接通，电容器C1所充电荷通过SB2和电阻器R2放电，在语音集成电路A2的触发端TG上产生正脉冲触发信号，使A2受触发工作，从其输出端OUT输出一遍内储的“欢迎光临”声电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，推动扬声器B发声。由于A2触发信号取自充上电的电容器C1，而C1能够充上电与否又受限制于门铃按钮开关SB1的闭合（即来客按响门铃），所以平时自家人出进房门和送客时，门铃均不会发出不适场合的“欢迎光临”声。

电路中，R1、R3分别为语音集成电路A1和A2的外接振荡电阻器，其阻值大小可控制语音声的速度和音调。C2是A1触发端的旁路电容器，它能有效地防止门铃按钮引线较长时，周围杂波信号（如雷电、电钻和开关电器等产生的各种电波）通过感应对门铃造成的误触发。电容器C3主要用于滤去A1输出信号中一些不悦耳的谐波成分，使门铃音质得以改善。C4为退耦电容器，在电池电能快用尽、内阻增大时，可有效地避免门铃发声所产生的畸变，相对延长电池使用的寿命。实践证明，电容器C4是不可以省去的。

3.4.2　元器件选择

A1选用HFC5223型“叮咚，您好，请开门”语音门铃专用集成电路，它采用黑胶封装形式制作在一块尺寸为20mm×14mm的小印制电路板（如图3-12左边所示）上，并给出外围元器件焊接脚孔，使用很方便。HFC5223的主要参数：工作电压范围2.4～5V，输出电流≥1mA，静态总电流＜1μA，工作温度范围-10～60℃。

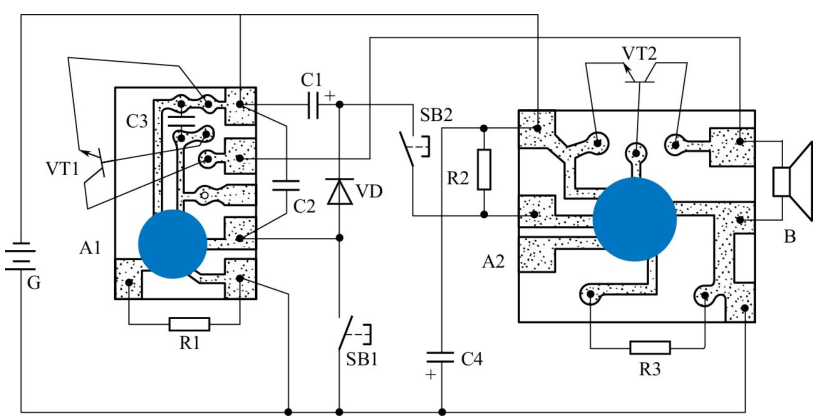


图3-12　迎宾型语音门铃接线图

A2选用KD-5603型“欢迎光临”语音集成电路，它采用黑胶封装形式制作在一块尺寸为21mm×19mm的小印制板（如图3-12右边所示）上。KD-5603的主要参数：工作电压范围2.4～5.5V，典型值为3V；触发电压≥1/2V_{DD}，正脉冲或高电平有效；音频输出电流最大可达2mA，静态总耗电≤5μA；工作温度范围-10～60℃。

晶体管VT1、VT2均用9013（集电极最大允许电流I_{CM} =0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} =625mW）或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ≥100。VD选用1N4148型硅开关二极管，亦可用1N4001型硅整流二极管替代。

R1～R3均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C4选用CD11-10V型电解电容器，C2、C3选用CT1型瓷介电容器。SB1用普通门铃按钮开关，SB2用KWX-1型微动开关。B用8Ω、0.25W小型动圈式扬声器。G用两节5号干电池串联（配套塑料电池架）而成，电压3V。

3.4.3　制作与使用

除门铃按钮开关SB1和门控微动开关SB2外，其余元器件均焊装在电子门铃专用外壳或体积合适的市售塑料香皂盒内。该门铃不必另外制作电路板，只要将阻容元器件和二、三极管等按图3-12所示焊接在语音集成电路A1、A2的基板上即成。焊接时注意：电烙铁外壳必须良好接地，以免交流感应电压击穿A1、A2内部CMOS集成电路，从而造成芯片永久性损

坏。

门铃盒挂在室内合适位置处，门铃按钮开关SB1通过双股软塑皮电线引至房门外合适地方固定。门控微动开关SB2则按图3-13所示安装在大门里侧。安装时要注意调节微动开关与门扇上金属弹片间的距离，以保证开门时能够可靠地触通微动开关。

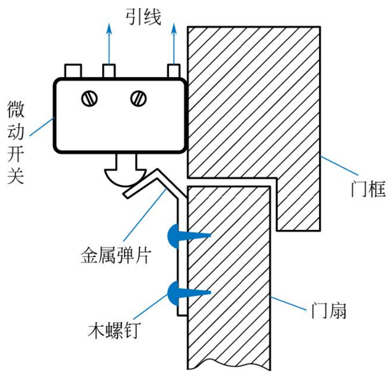


图3-13　门控微动开关SB2的安装示意图

装配完成的门铃，一般无需任何调试便可投入使用。如觉得语音声不动听，可适当调整对应集成电路的外接振荡电阻器（R1或R3）阻值加以调节。当阻值减小时，语音声速快、高尖，为女人声；当阻值增大时，语音声速慢、低沉，为男人声。如想进一步增大门铃音量，则可将电源电压提升到4.5V，即用三节5号干电池串联供电。

整机静态时总电流实测（电压为3V）仅3μA，工作时电流不超过120mA，故用电节省，每换一次新电池可工作近一年时间。

3.5　会迎客的“鹦鹉”

这里介绍一种适合在家庭、店铺或其他服务性单位门口使用的电子迎客“鹦鹉”，它具有电路简单、灵敏可靠、造价低、耗电省等特点。当其前方5m范围内有人经过时，它便发出响亮的“欢迎光临”礼貌招呼语，使人倍感亲切。

3.5.1　工作原理

会迎客的“鹦鹉”电路如图3-14所示，它巧妙地利用了环境自然光线突然变暗这一传感信号来触发电路工作。光敏电阻器RL、晶体三极管VT1和周围阻容元器件等构成了感光式脉冲触发电路，语音集成电路A、功率放大三极管VT2和扬声器B等构成了语音发生电路。

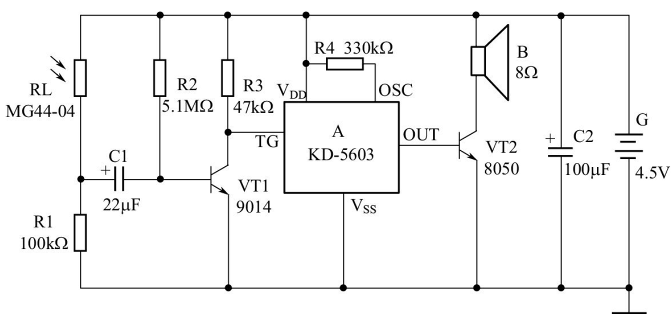


图3-14　会迎客的“鹦鹉”电路图

平时，周围环境光线稳定地照射到光敏电阻器RL上，使其光电阻呈现低阻值且保持基本稳定不突然变化。电容器C1两端亦保持有一定的左正右负直流电压。由于晶体三极管VT1的集电极电阻器R3取值比较大，尽管

其基极偏流电阻器R2取值更大，但此时VT1仍然处于比较深度的导通状态，与VT1集电极相接的语音集成电路A的触发端TG处于低电平（$<1/2V_{DD}$），A因得不到正脉冲触发信号而不工作，VT2截止，扬声器B不发声。

当有人经过光敏电阻器RL前方时，照射到RL上的光线发生突变，RL两端光电阻值突然增大，从而导致电容器C1的正极端电位突然降低，晶体三极管VT1的偏流主要通过电阻器R1形成C1的反向充电电流，使VT1反偏截止，其集电极输出正脉冲（$\geq 1/2V_{DD}$）触发信号。于是，语音集成电路A的内部电路受触发工作，其OUT端输出一遍内储的“欢迎光临”语音电信号，经VT2功率放大后，推动扬声器B发声。人体通过RL前方后，RL恢复稳定的低电阻值，电池G通过RL和VT1发射结对C1快速正向充好电，为下一次探测到人体后触发语音电路工作做好准备。

电路中，R4为语音集成电路A的外接振荡电阻器，其阻值大小影响语音声的速度和音调。C2为退耦电容器，在电池电能快用尽、内阻增大时，可有效地避免扬声器B发声时产生畸变（严重时会产生寄生振荡，无法正常发声），相对延长电池的使用寿命。实践证明，C2是不可以省掉的。

3.5.2　元器件选择

A选用KD-5603型“欢迎光临”语音集成电路。该集成电路采用黑胶封装形式制作在一块尺寸约为21mm×19mm的小印制板（如图3-15右边所示）上，并给有插焊外围元器件（主要是音响功率放大三极管VT2和外

接振荡电阻器R4）的孔眼，安装使用很方便。KD-5603的主要参数：工作电压范围2.4～5.5V，典型值为3V；触发电压≥1/2V_{DD}，正脉冲和高电平均有效；音频输出电流最大可达2mA，静态总耗电≤5μA；工作温度范围-10～60℃。

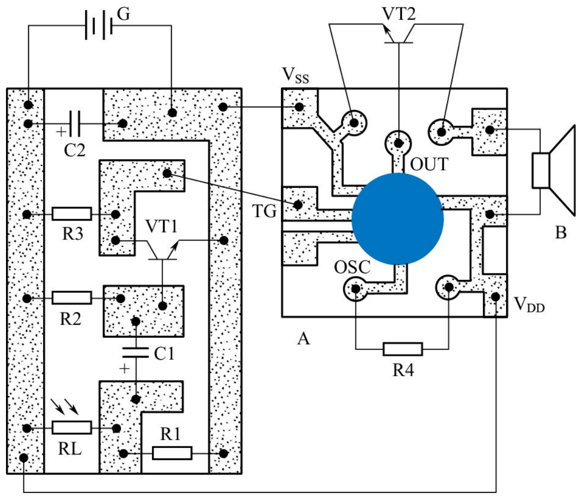


图3-15　会迎客的“鹦鹉”印制电路板焊接图

读者如果手头无KD-5603型语音集成电路，也可用其他内储“欢迎光临”或“您好，欢迎光临”声的同类语音合成集成电路来代替。一般来讲，只要分清楚这类集成电路的电源正极（V_{DD}端）、电源负极（V_{SS}端）、高电平触发端TG和音频输出端OUT，不管型号、外形如何，均可直接接入电路代替KD-5603型语音集成电路。

晶体管VT1选用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=100mA，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数β>120；VT2用8050型（I_{CM}=1.5A，P_{CM}=1W）硅NPN中

功率三极管，要求β ＞100。

RL宜选用MG44-04型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻≤10kΩ、暗阻≥2MΩ的普通光敏电阻器直接代替。R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CD11-10V型电解电容器。B用φ57mm、8Ω、0.25W小口径动圈式扬声器。G用三节5号干电池串联（须配套塑料电池架）而成，电压4.5V。因整个电路平时耗电甚微，故无须设置电源开关。

3.5.3　制作与使用

如图3-15所示为会迎客的“鹦鹉”印制电路板焊接图。印制电路板（左边）可用刀刻法制作，实际尺寸约为40mm×25mm。语音集成电路A上面直接焊接晶体三极管VT2和电阻器R4，并通过两根引线接扬声器B、通过三根引线接电路板。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路。

焊接好的电路板连同扬声器B一块装入尺寸约为65mm×60mm×25mm的塑料小盒内。盒面板事先为B开出释音孔，盒侧面开孔通过长约15cm的双股软导线分别引出光敏电阻器RL和电池架。RL应加装上一段φ　7mm×15mm的黑色塑料管，使其只探测正前方光线变化，避免侧面光线的干扰和影响。实践证明，RL加装黑色塑料管后，能够有效提高探测灵敏度。

装配好的电路调试很简单：首先，从电路板上焊下电阻器R3，用一只100kΩ的电位器代替R3，在电池架装好电池、光敏电阻器RL感受环境

自然光线稳定不变的条件下，由大往小缓慢调节电位器的阻值，使扬声器B处于临界发声状态；然后，焊下电位器，用万用表测量出此时的电阻值，选择一只阻值相同或相近的RTX-1/8W型碳膜电阻器作为R3，即获得最佳的光线突然变暗触发灵敏度。如嫌语音声不够逼真，可通过适当改变R4阻值（240～430kΩ）来加以调整，直到满意为止。一般情况下，只要按照图2-14所标参数选择元器件，无须任何调试便可满意工作。

调试完毕，可参照图3-16所示，将电路机芯装入一个市售普通多色长绒布做成的“鹦鹉”玩具体内，使作品达到有声有色、栩栩如生的效果。具体方法：在“鹦鹉”尾部适当位置处开一长约10cm的直口子，将体内填充物掏出少许，以让出空间安放电路盒和电池架。光敏电阻器RL则在“鹦鹉”的前胸部位开一φ 7mm小孔水平安装。为了以后更换电池方便，应在“鹦鹉”尾部的开口处安装上拉链。

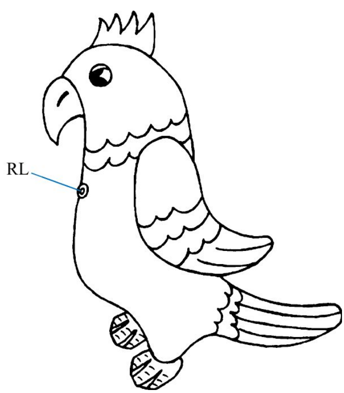


图3-16 会迎客的“鹦鹉”外形图

使用时，将会迎客的“鹦鹉”放置在对准门口（或者窗口）的桌子或

柜台上，并要求将光敏电阻器RL的窗口对准既能良好接收到室外自然光线，又能良好探测到来客所必经过的方向。这样，一旦客人进门，“鹦鹉”便会受到触发而发出响亮的“欢迎光临”礼貌招呼语。

由于会迎客的“鹦鹉”是依靠检测正前方环境光线突然变暗而触发工作的，所以在黑暗的环境中就会失去功能。如果要在夜晚正常使用，需在光敏电阻器RL的正前方加装普通照明电灯等稳定光源，用以取代自然光线进行探测。具体请读者自己动脑动手实践，这里不再赘述。

整个装置平时耗电甚微，实测静态总电流＜120μA，发声时＜150mA，用电很节省。每换一次新干电池，一般可连续使用好长时间；在家庭等来客人比较稀少的地方使用，可达数个月之久。

3.6　会“说话”的礼品盒

逢年过节，许多单位或个人都要送礼：政府有关部门给烈军属和困难群众送礼，公司给员工送礼，晚辈给长辈送礼，学生给敬爱的老师或同窗好友赠送小礼品……如果给装礼品的普通盒子加装上下面介绍的语音电路，即制成有声有色、会说祝贺话语的高档时尚礼品盒。

当打开礼品盒后，收礼人不仅能够看到精美、喜爱的礼品，而且还会听到“祝您节日快乐”之类的恭贺或祝福话语，多开心。

3.6.1　工作原理

如图3-17所示是能够说固定祝福话语的礼品盒电路，它由光控电

路、语音发生电路和音频功率放大电路等几部分组成。其核心元件是内储“祝您节日快乐”的语音集成电路A。

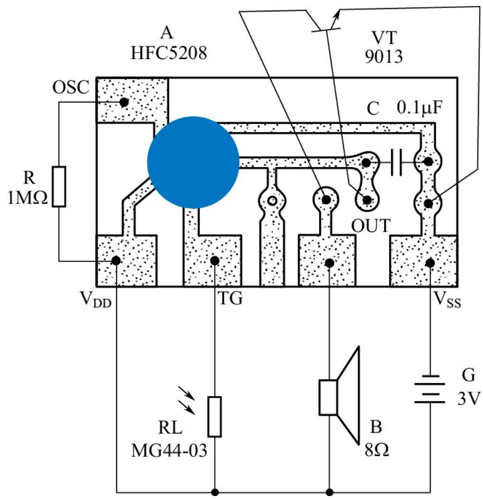


图3-17　能够说固定祝福话语的礼品盒电路图

平时，关闭着的礼品盒使光敏电阻器RL无法感受到外界自然光线，所以RL呈高电阻值，语音集成电路A的正脉冲触发端TG无信号输入，A内部电路不工作，晶体三极管VT处于截止状态，扬声器B无声。当打开礼品盒时，光敏电阻器RL受到外界自然光线照射而突变为低电阻，语音集成电路A的TG端获得正脉冲触发电压，其输出端OUT输出内储的语音声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B发出“祝您节日快乐”的语音声。紧接着重复一遍，然后不论礼品盒是否关闭均自动停止发声。

电路中，R是语音集成电路A的外接振荡电阻器，其阻值大小影响语音声的速度和音调。电容器C主要用于滤去语音集成电路A输出信号中一些不悦耳的谐波成分，使语音声音质得到很大改善，并且声音更加响亮。

如图3-18所示是能够发出送礼人话语的礼品盒电路，其核心器件是一块质优价廉的新型超薄语音录放模块A。由于该模块体积小巧、做工精良、质量优越、价格便宜（单价仅10元，比自己购买元器件组装要便宜得多、可靠得多），是电子爱好者制作语音小装置的理想组件。

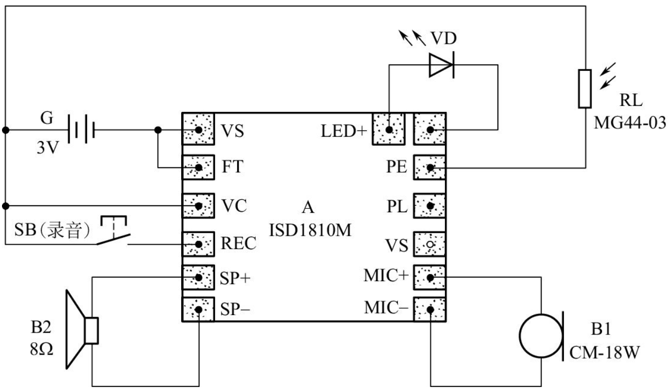


图3-18　能够发出送礼人话语的礼品盒电路图

当按下录音开关SB的按键不松手时，语音录放模块A的录音控制端REC获得高电平触发信号，发光二极管VD点亮，表示电路进入录音状态。这时，嘴对着驻极体话筒B1讲话，语音录放模块A即自动录入有关语音。手松开录音开关SB按键后，发光二极管VD熄灭，录音结束；如果录音超过12s，则发光二极管VD自动熄灭，表示语音录满。如对录音不满意，可以重新录制。

当打开礼品盒时，与语音录放模块A的边沿触发放音端PE相接的光敏电阻器RL会因感受到环境自然光线而突然呈低电阻值，PE端即获得包含有上升沿的高电平触发信号。于是，语音录放模块A受到上升沿触发，从

输出端SP＋、SP-两端输出一遍内储的录音电信号，并驱动扬声器B2直接发声。如欲再次聆听录音，只要闭合一下礼品盒，并再次打开即可。这种能够发出送礼人声音的时尚礼品盒，一定会令受礼人既感到亲切又感到惊喜。

3.6.2　元器件选择

如图3-17所示电路中，A选用国产HFC5208型语音集成电路，它采用黑胶封装形式制作在一块20mm×14mm的小印制板上，并有外围元件焊接脚孔，使用很方便。HFC5208的触发方式通常分为边缘触发和电平触发两种，本制作宜采用边缘触发方式的产品，即每次触发后只输出两遍内储语音电信号，而后便自动进入静止状态。如果购买不到这种语音集成电路，也可用内储语音内容相近的其他语音集成电路，甚至是音乐集成电路芯片来代替，电路具体接线大同小异，这里不再赘述。

晶体管VT用9013（集电极最大允许电流$I_{CM}=0.5A$，集电极最大允许功耗$P_{CM}=625mW$）或3DG12型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta\geq 100$。

RL宜选用MG44-03型塑料树脂封装光敏电阻器。这种光敏电阻器的管芯由陶瓷基片构成，在上面涂有硫化镉多晶体并经烧结制成。由于管芯怕潮湿，所以在其表面涂上了一层防潮树脂。该封装结构的光敏电阻器因为不带外壳，所以称之为非密封型结构光敏电阻器，它的受光面就是其顶部有曲线花纹的端面。RL也可用其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的普通光敏电阻器来代替。

R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CT1型瓷介电容器。B宜用φ29mm×9mm、8Ω超薄微型动圈式扬声器。

G用两节5号干电池串联（需配带塑料架）而成，电压3V。如要缩小电路体积，可用两粒SR41型（φ 7.9mm×3.6mm）扣式微型氧化银电池串联组成。

如图3-18所示电路中，A选用ISD1810M型超薄语音录放模块，其语音集成电路芯片和外围阻容元件等分别采用软封装和贴片工艺制作在尺寸仅为17.5mm×15mm的双面小印制电路板上，使用非常方便。ISD1810M的内部功能框图和主要电参数等，可参见本书前面图1-35及其相关文字叙述。

VD可用φ 3mm普通红色发光二极管。B1选用CM-18W型（φ10mm×6.5mm）高灵敏度驻极体话筒，它的灵敏度划分成五个挡，分别用色点来表示：红色为-66dB，小黄为-62dB，大黄为-58dB，蓝色为-54dB，白色＞-52dB。本制作中应选用蓝色或白色点产品，以获得较高的灵敏度。B1也可用其他灵敏度较高的小型驻极体话筒来直接代替。SB用6mm×6mm小型轻触式按键开关。

光敏电阻器RL、扬声器B2和电池G，选择要求跟图3-17电路完全一样。

3.6.3 制作与使用

整个语音电路（图3-17或图3-18）以A的基板、扬声器B等为支架，

全部焊装在市售精美全密闭、不透光的普通礼品盒内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿集成电路内部CMOS电路。建议最好将电路元器件单独焊装在一个体积合适的绝缘密闭小盒内，既便于装入礼品盒内，又可避免取放礼品时不慎损坏电路。电路盒面板应为光敏电阻器RL开出感光孔，并为扬声器B开出释音孔。如果是图3-18电路，盒面板上还应为发光二极管VD开出发光孔，为录音开关SB开出安装孔，为驻极体话筒B1开出受音孔。做好的电路盒装入礼品盒内，要求打开礼品盒时环境光线能够良好地照射到光敏电阻器RL上，关闭礼品盒时又能完全遮住外界光线，这样电路才能可靠工作。

如图3-18所示电路在使用前，应先录入恭贺或祝福的话语，具体方法：首先按下录音开关SB的按键不松手，在看到发光二极管VD点亮后，嘴对着驻极体话筒B1的受音孔开始讲话录音。录入语音的内容可根据个人需要自定，还可唱歌或录入其他声音，但时间以不超过12s为限。录音的具体方法在前面“工作原理”中已经附带介绍过，这里不再赘述。接下来关闭并打开礼品盒的盖子，便可从扬声器B2中听到一遍回放出来的录音声。如对录音不满意，可以重新录制。录音工作结束，便可将礼品送给受礼人了。

因整个语音电路平时耗电甚微（实测静态总电流＜5μA　），故无须另设电源开关。如嫌如图3-17所示电路的语音速度或音调不理想，可通过更改电阻器R的阻值（910kΩ～1.2MΩ）加以调整。R阻值大，语音速度慢、音调低沉；反之，则速度快、音调高尖。如嫌如图3-18所示电路每次12s的录放时间太短，可将模块背面标注为R2的120kΩ贴片电阻器改换成为200kΩ，则录音时间可增大到20s。如果分别将R2改换成为80kΩ、

100kΩ、160kΩ的贴片电阻器，则可对应获得8s、10s和16s的录音时间。但应注意：录音时间越短，音质越好；录音时间越长，音质越差。

3.7　音乐型照明灯

给门庭、厕所、暗藏室等场所使用的普通照明灯电路加装下面介绍的音乐演奏器，便制成了独具特色的音乐型照明灯。它既能够以音乐声渲染周围环境气氛，又能够提醒人们随手关灯、节约用电，实用而有趣。

笔者在自家门庭安装的这种音乐型照明灯，已连续使用20多年时间，证明其工作稳定可靠，效果良好。

3.7.1　工作原理

音乐型节电照明灯的电路如图3-19所示。虚线左边为普通照明灯原有电路，右边为新增音乐演奏器电路。

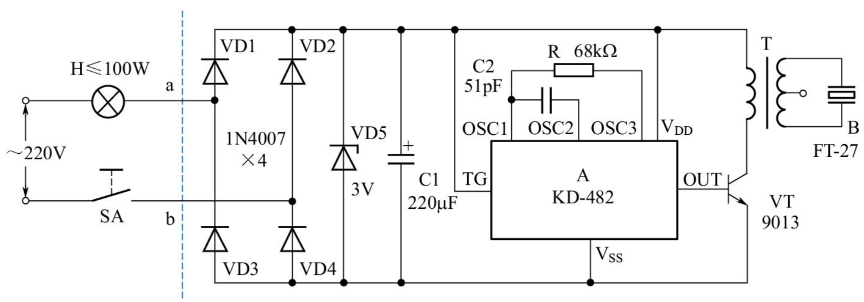


图3-19　音乐型照明灯电路图

闭合电源开关SA，电灯H通电发光。与此同时，220V交流市电经电

灯H降压限流、晶体二极管VD1～VD4桥式整流、稳压二极管VD5稳压和电容器C1滤波后，输出约3V直流稳定电压，供音乐集成电路A及晶体三极管VT工作。音乐集成电路A与外围阻容元器件构成了一个乐曲发生器，由于它的高电平触发端TG直接与电源正端V_{DD} 相接，故在接通电源后，音乐集成电路A内部电路受触发自动工作，通过输出端OUT，会反复依次输出内储的十二首世界名曲电信号，经晶体三极管VT功率放大、升压变压器T阻抗变换后，推动压电陶瓷片B奏响优美动听的乐曲。

电路中，R和C2分别为音乐集成电路A的外接振荡电阻器和电容器，其参数影响乐曲演奏速度。电灯H在电路中既担负照明任务，又兼作音乐电路的“电源变压器”，具有分压、限流双重作用——这是该电路的设计巧妙之处。

3.7.2　元器件选择

A选用内储十二首世界名曲的KD-482型音乐集成电路，它采用软封装形式生产，印制电路板尺寸为20.5mm×18mm，并给有外围元器件焊接脚孔（如图3-20右边所示），使用很方便。KD-482的主要参数：典型工作电压3V，输出电流≤2mA，静态总电流＜2μA，工作温度范围-10～60℃。

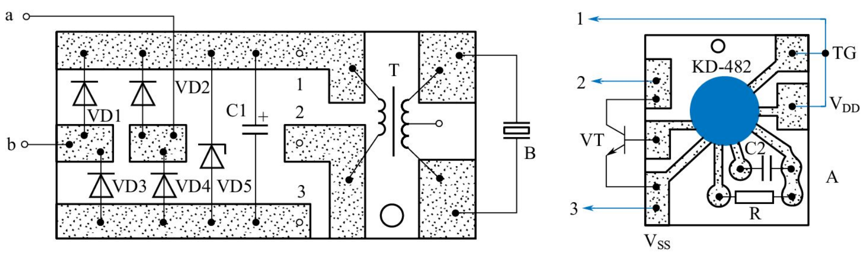


图3-20　音乐型照明灯印制电路板接线图

A也可用ML-03、CW2850-12K等十二曲音乐集成电路来直接代换，只是芯片接法略有不同，但外围元件及参数均不需改动。如果读者手头无此类多曲音乐集成电路，也可用常见的单首曲音乐集成电路来代替，只是所产生的乐曲易使人产生单调感。

VT选用9013（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝625mW）或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率晶体三极管，要求电流放大系数β＞100。VD1～VD4均用1N4007（最高反向工作电压1000V）或1N4004（最高反向工作电压400V）型硅整流二极管，VD5用稳压值是3V、最大耗散功率≥1W的国产2CW130（旧型号为2CW22）或进口1N4727型硅稳压二极管。

R用RTX-1/8W型碳膜电阻器，标称阻值为68kΩ。C1用CD11-10V型电解电容器，C2用CC1型高频瓷介电容器，标称容量分别为220μF和51pF。T用晶体管收音机里常用的小型推挽输出变压器来代替。

B采用带简易助声腔的FT-27或HTD27A-1型（φ　27mm）压电陶瓷片，其构成和外形参见本书前面图3-7所示。

3.7.3　制作与使用

如图3-20所示为音乐型照明灯（实为音乐演奏器部分）的印制电路板接线图。印制电路板实际尺寸约为70mm×30mm，可用刀刻法制作。音乐集成电路A通过三根较硬的铜丝插焊在电路板上对应的数标孔内。焊

接时电烙铁外壳一定要良好接地，以免感应电压击穿音乐集成电路A内部CMOS电路。

焊接好的电路板装入体积合适的绝缘小盒内。盒面板为压电陶瓷片B开出释音孔；盒侧面开孔引出a、b引线头，并不分次序将引线头串入欲改造的现有普通照明电灯回路中去即成。具体接法可参照图3-17所示，断开电源开关SA连线一端，串联接入音乐演奏盒的a、b接线头。如果欲改造的电灯使用的是普通壁开关，则还可将焊接好的电路板直接装入壁开关的底座腔内部，使改造工作更加简单。

安装时注意两点：一是首先一定要切断220V交流电的总闸开关，待安装结束后再合上总闸开关，切不可带电安装，以免发生触电事故。如果读者是一名初学者，不具备电工实际操作能力，必须要有电工或老师现场指导，才能进行安装应用，切记不可贸然行事。二是被控电灯H应为普通白炽灯（即钨丝灯泡），由于它既担负照明任务，又兼作音乐电路的“电源变压器”（具有分压、限流双重作用），故要求标称功率限制在100W以内，以免过流烧坏电路板上的稳压二极管VD5等。

该音乐型节电照明灯只要元器件良好、接线无误，不需任何调试就能正常工作。万一音乐演奏速度不理想，可通过适当改变音乐集成电路A的外接振荡电阻器R阻值（51～75kΩ）来加以调节，直到满意为止。

3.8　双色音乐彩灯

本装置能够使绿、红两路彩灯组随音乐频率的高低和强弱变化不断闪亮，产生音、色、光浑然一体的效果，给人以美的感受。

3.8.1　工作原理

双色音乐彩灯的电路如图3-21所示。该电路首先将取自音箱两端的部分音乐电信号分成高、低两个频段，然后通过分别控制两路双向晶闸管VS1、VS2的通断来达到控制对应绿、红两路彩灯闪亮的目的。

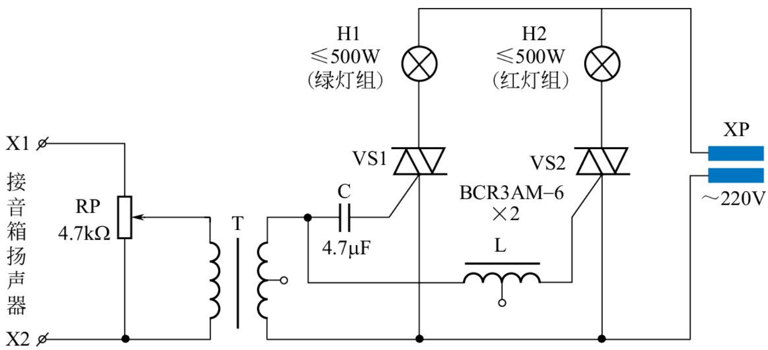


图3-21　双色音乐彩灯电路图

取自音箱两端的部分音乐电信号，通过接线柱X1与X2、分压电位器RP（作灵敏度调节）和隔离兼升压变压器T后，被分频元件——电容器C和电感器L分成高、低两个频段，并分别加至双向晶闸管VS1和VS2的控制端，作为触发信号控制其导通角，进而控制加在对应彩灯组H1、H2两端的电压大小。随着优美乐曲节奏的起伏，绿、红两组彩灯将会按照音乐信号的频率高低及强弱变化相应闪亮，发出不断变化着的色光来。

3.8.2　元器件选择

VS1、VS2选用BCR3AM-6型（额定通态平均电流I_T ＝3A、断态重

复峰值电压U_{DRM}及U_{RRM}≥400V）双向晶闸管，要求两管参数尽可能一致，满负载（500W）使用时需加装铝散热板。BCR3AM-6的引脚排列和电路符号如图3-22所示。双向晶闸管又叫双向可控硅，它是一种具有三个PN结的功率型半导体器件，共有三个引出脚：第一阳极T1、第二阳极T2和控制极（也称门极）G，焊接时要认清引脚，不可弄错。

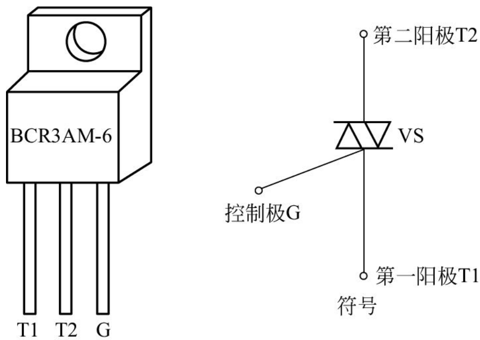


图3-22　BCR3AM-6型双向晶闸管引脚排列和电路符号

RP选用标称阻值是4.7kΩ的普通电位器。C选用无极性电解电容器，亦可用两只普通CD11-10V型、10μF的电解电容器反极性串联后代替，其接线如图3-23所示。L用袖珍收音机上常用的输出变压器初级绕组（电感量为70～100mH）来代替。无极性电解电容器C和电感器L还可拆自废旧音箱的分频器。T可用晶体管收音机常用的小型推挽输出变压器，要求初、次级间绝缘性能一定要良好。

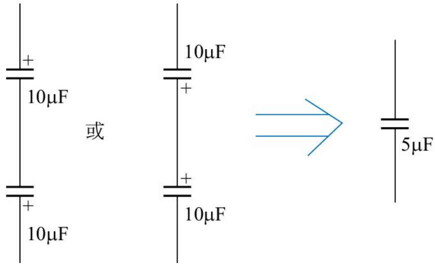


图3-23　无极性电解电容器的代替

XP采用220V交流电路常用的普通二极电源插头。X1、X2采用普通720型小型接线柱。

H1、H2彩灯组可用市售220V、25W有色钨丝灯泡并联构成，每组最多可并联20只。也可采用市售“满天星”节日闪光彩灯链（灯泡套有塑料花，每串20个，工作电压为交流220V）一至数串并联构成H1和H2彩灯组，以更利于组成各种复杂图案和装饰美化环境。使用前应将各串灯链的第一只带双金属片（原来控制自闪光用）的小灯泡改换成普通备用灯泡，不再让彩灯链自动闪亮。

3.8.3　制作与使用

如图3-24所示为该双色音乐彩灯的印制电路板接线图。印制电路板可用刀刻法制作，实际尺寸约为70mm×45mm。

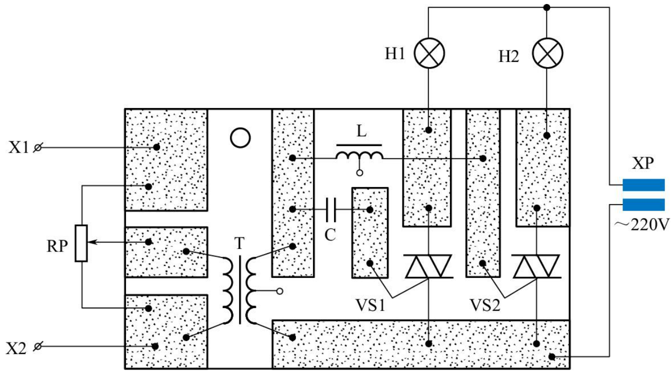


图3-24　双色音乐彩灯印制电路板接线图

焊接好的电路板按照图3-25所示，装入一个绝缘密闭小盒（如市售香皂盒）内。盒面板开孔固定电位器RP及接线柱X1、X2，盒上侧面开孔用双股塑料外皮电线分别引出彩灯组H1、H2，盒下侧面开孔通过长约1m的双股塑料外皮电线引出电源插头XP。为了便于使用，可在盒内固定一电工常用的四眼接线端子，通过它连接电路板与被控彩灯组。

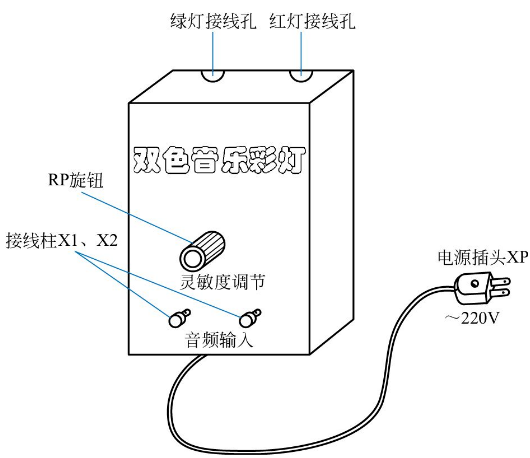


图3-25　双色音乐彩灯控制部分外形图

装配成的电路，只要元器件质量有保证，焊接无误，一般不需任何调试便可投入使用。万一发现绿、红两路彩灯组的闪光及亮度始终相差悬殊（通过调节电位器RP或音响设备的音调均不见效），或有一路彩灯组基本上不闪光，可通过适当增减电容器C的容量或电感器L的匝数，来改变电路分频点的频率，从而加强或减弱所对应彩灯组的闪光强度，使两彩灯组闪光及亮度达到满意程度。

使用时，首先将接线柱X1、X2通过电线接音箱两端，并将电源插头XP插入220V交流市电插座内；然后，在音箱正常播放乐曲的条件下，调节电位器RP阻值，使绿、红两路彩灯组随音乐节奏及频率（音调）闪光最为明快为止。

3.9　七彩循环装饰灯

本装饰灯可广泛应用于宾馆、饭店、歌舞厅、酒吧、商店橱窗、家庭装饰和广告制作等，它能控制“三基色”灯按主人意愿或快或慢地循环发出红、绿、黄、蓝、紫、青、白七色光，也可停留在主人所喜爱的某一颜色上不变，形成一个彩色氛围，给人以梦幻般的享受。

3.9.1　工作原理

七彩循环装饰灯的电路如图3-26所示，它由电源变换电路、调色时钟脉冲信号发生电路、灯光变色控制电路和“三基色”彩灯组四部分组成。

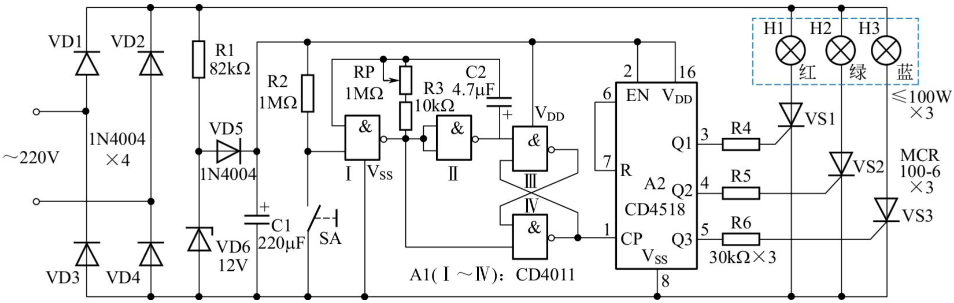


图3-26　七彩循环装饰灯电路图

接通电源，220V交流市电经晶体二极管VD1～VD4桥式整流后，一方面供“三基色”灯H1～H3构成的彩灯组回路用电；另一方面经电阻器R1降压限流、稳压二极管VD6稳压、二极管VD5隔离和电容器C1滤波后，为控制电路提供约11.3V的稳定直流电。二输入端四与非门数字集成电路A1与外围元件构成了一个时钟脉冲信号发生器，其中与非门I、II以及电位器RP、电阻器R3和电容器C2等组成多谐振荡器，由与非门III、IV构成R-S触发器对振荡产生的脉冲进行整形，然后由与非门IV输送到A2的时钟脉冲CP输入端第1脚。A2是一块具有双同步加法计数功能的CMOS集成电路，由与非门IV送来的正脉冲在其内部进行二进制编码，并使Q1～Q4输出端的状态发生循环组合变化，其逻辑真值（真值表）见表3-1。从真值表中可以看出，当A2的CP端输入第一个时钟脉冲时，其Q1输出高电平，单向晶闸管VS1受触发导通，基色灯泡H1通电发出红光；当第二个时钟脉冲到来时，A2的Q2端输出高电平，VS2随之导通，H2发出绿光；当第三个时钟脉冲到来时，A2的Q1、Q2端同时输出高电平，VS1、VS2均导通，H1、H2同时点亮，根据混色原理，对外灯光变成黄色；依次类推，A2的Q1、Q2、Q3端有8种逻辑状态，可使“三基色”灯顺序产生出7种色光

（红、绿、红＋绿＝黄、蓝、红＋蓝＝紫、绿＋蓝＝青、红＋绿＋蓝＝白）。当第八个时钟脉冲到来时，A2的Q1～Q3端均输出低电平，H1～H3全熄片刻；同时A2的Q4端输出高电平，其信号直接送入清零端R，使A2内部电路复位；第九个时钟脉冲送入A2时，循环上述过程。

表3-1　CD4518真值表

输出 \ 时钟	1	2	3	4	5	6	7	8
Q1	1	0	1	0	1	0	1	0
Q2	0	1	1	0	0	1	1	0
Q3	0	0	0	1	1	1	1	0
Q4	0	0	0	0	0	0	0	1

电路中，灯光变色速度由与非门I、II组成的多谐振荡器工作频率高低确定，其工作频率可由公式$f \approx 1/0.69 \times (R_P + R_3) \times C_2$来估算。按图3-26所示选用数值，通过调节电位器RP阻值，可使灯光每隔0.1～10s自动变换一种颜色。闭合定色开关SA，与非门I的控制输入端由高电平变为低电平，振荡器停止工作，“三基色”灯便停留在上述8个状态中的某1个状态。

3.9.2　元器件选择

A1（I～VI）选用CD4011型二输入端四与非门数字集成电路，它采用塑料双列直插形式封装，共有14个引脚，其引脚排列如图3-27所示。CD4011也可用CC4011、TC4011或MC14011等同类数字集成电路块来直接进行代换。

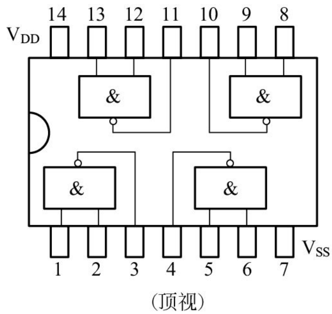


图3-27　CD4011的引脚排列图

A2用CD4518或CC4518、MC14518双四位二进制同步加计数器数字集成电路；本制作中仅用其中一个独立的计数器单元，剩余的一个可将全部输入端接地、输出端悬空。

VS1～VS3均用MCR100-6（额定正向平均电流I_T ＝1A，断态重复峰值电压U_{DRM}、U_{RRM} ≥400V）或BT169D（1A、400V）、CR1AM-6（1A、400V）小型塑封单向晶闸管。这几种单向晶闸管的外形如同普通塑料封装小功率三极管，其实物外形和管脚排列参见本书前面图1-103所示，制作时注意不要接错引脚。

VD1～VD5均用1N4004型（最大整流电流I_{FM} ＝1A、最高反向工作电压U_{RM} ＝400V）硅整流二极管；VD6用稳定电压U_Z ＝12V、额定功耗P_M ≥0.25W的普通硅稳压二极管，如1N4106、2CW60型等。

RP用WS1-X型有机实芯电位器。R1用RJ-1/2W型金属膜电阻器，R2～R6均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CD11-16V型电解电容器。SA用小型普通单刀单掷开关。

H1～H3“三基色”灯可用220V、15～40W的多只彩色钨丝灯泡并联构成电灯组，要求每组色灯总功率不超过100W，并且分别为红、绿、蓝单色。

3.9.3　制作与使用

如图3-28所示为该七彩循环装饰灯的印制电路板接线图。印制电路板最好采用环氧基质单面铜箔板制作，实际尺寸约为75mm×35mm。焊接时电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A1、A2内部CMOS集成电路。

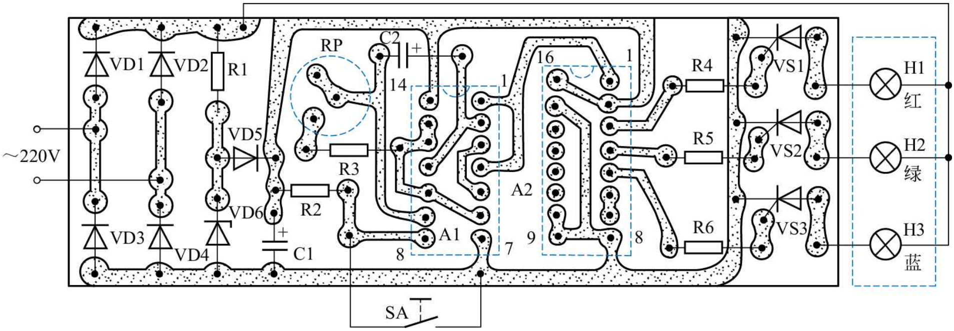


图3-28　七彩循环装饰灯印制电路板接线图

焊接好的电路板经检查无误后，装入体积合适的绝缘密闭小盒内，以免使用时由于不慎而发生触电事故。注意：在盒子面板适当位置处开孔固定安装电位器RP和定色开关SA，以方便操作；在盒子侧面开出小孔，通过各色塑皮电线引出电路板上的6根外接线，以便使用时能够方便地区分出220V交流电源接线和“三基色”灯接线来。装配成的控制电路，一般无

需任何调试便可投入正常工作。

实际运用时，可根据需要将H1～H3“三基色”灯组装成形式多样、功能不一的变色壁灯、变色吸顶灯、变色灯柱、变色广告牌等，但必须注意并考虑到“三基色”灯泡色彩的混合问题。当然最好是把三色灯泡集中装入磨砂玻璃（毛玻璃）罩、乳白色玻璃罩或其他半透明灯罩内，这样射出的黄、青、紫、白混合色光较均匀柔和；也可分别将三色灯泡装入带有反光镜的射灯灯座内，把基光直接打到特定区域内，效果当然会更好些。

该七彩循环装饰灯能长时间持续通电使用，性能可靠。使用时调节电位器RP的旋钮，即可使七色光变换的快慢达到满意速度。若要变色灯停在某一喜欢的颜色上，只需合上定色开关SA便行；若想返回到变色状态，则只要断开SA便可。

3.10　车辆礼貌叫让路喇叭

随着人民生活水平的不断提高，拥有摩托车、小汽车的家庭越来越多。不论驾驶摩托车还是小汽车，你都会有这样的亲身体验：当车辆通过人群密集的公路集贸段、小巷等地方时，尽管按动电喇叭鸣号不止，但有时路人仍似理非理，尤其有急事赶路时更是着急而又无可奈何。如果在这种场合下使用了下面介绍的礼貌叫让路喇叭，则效果就会大不一样。另外，在通过城市禁止行车鸣号路段时，亦可使用语音喇叭提醒行人注意车辆，方便而有效。

该车辆礼貌叫让路喇叭新颖而有趣，它线路成熟（不影响车辆原有电喇叭的使用），制作成本低，使用效果良好。它的推行使用，其意义不

仅仅在于用礼貌用语取代刺耳的电笛声叫让路，更重要的是在于倡导并践行一种文明、和谐的理念。何不赶快动手给自己的爱车安装一个，做一个时尚新风的引领者。

3.10.1　工作原理

车辆（汽车、摩托车）礼貌叫让路喇叭的电路如图3-29所示，语音集成电路A1和外接振荡电阻器R2等组成了语音发生器，功率放大集成电路A2和外围阻容元件组成了音频功率放大器。

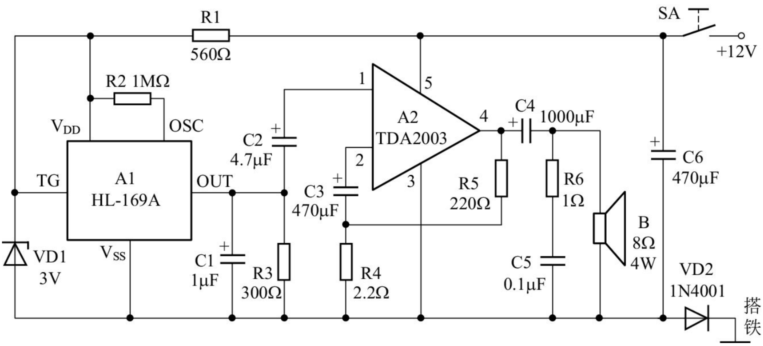


图3-29　车辆礼貌叫让路喇叭电路图

闭合电源开关SA，由电阻器R1、稳压二极管VD1构成的简易稳压电路向语音集成电路A1提供约3V的电源电压。因A1的触发端TG直接与电源正端V_{DD}　相连，故A1的输出端OUT会反复输出内储语音电信号，经电容器C1、电阻器R3低通滤波和电容器C2耦合后，送入功率放大集成电路A2进行音频功率放大，最后推动扬声器B反复发出“请让路，谢谢”声。断开电源开关SA，扬声器B即自动停止发声。

电路中，晶体二极管VD2串入总电流回路，其主要作用是在电源极性不慎接反时，保护电路元件不被损坏。R2为语音集成电路A1的外接振荡电阻器，其数值大小影响语音声的音调和速度。C1为语音集成电路A1输出端OUT的音频旁路电容器，它能够有效地滤去输出信号中的谐波成分，一方面使扬声器B发声更加逼真、响亮，另一方面还起到消除静噪的作用。电容器C5、电阻器R6用作校正相移，以消除扬声器B音圈电感所产生的影响，使负载成为纯电阻性。

3.10.2　元器件选择

A1选用HL-169A系列语音集成电路中内储“请让路，谢谢”声的芯片，它采用软包封装形式制作在尺寸为24mm×13mm的小印制板上，使用很方便。HL-169A的主要参数：工作电压范围2.4～5V，典型值4.5V，输出端驱动电流3～6mA，静态总电流＜2μA，工作温度范围-10～60℃。

A2采用TDA2003型五脚单列直插封装（外形与塑封大功率三极管相仿）音响功率放大集成电路，可直接互换的型号有μPC2003、CD2003、8FG2003和D2003等。晶体管VD1用3V、0.25W普通硅稳压二极管，如2CW51、1N4619型等；VD2用1N4001或1N4004型硅整流二极管。

R1用RTX-1/4W型碳膜电阻器，R2、R3用RTX-1/8W型碳膜电阻器，R4、R6用RTL-1/4W型测量碳膜电阻器，R5用RJ-1/2W型金属膜电阻器。C1～C4用CD11-10V型电解电容器，C5用CT4D型独石电容器，C6用CD11-16V型电解电容器。

B用YD78-4B型8Ω、4W电动式扬声器。SA用1×1小型拨动式开关。该礼貌叫让路喇叭用汽车或摩托车现成的12V蓄电瓶供电，不必再另外配置电源。

3.10.3 制作与使用

如图3-30所示为该礼貌叫让路喇叭的印制电路板焊接图，印制电路板实际尺寸约为35mm×30mm。语音集成电路A1通过长约7mm的5根元件剪脚引线，直接插焊到电路板对应数标孔内。为防止功率放大集成电路A2在使用中因过热而损坏，应为其加装上40mm×20mm×2mm的铝散热板。焊接时电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿语音集成电路A1内部的CMOS集成电路。

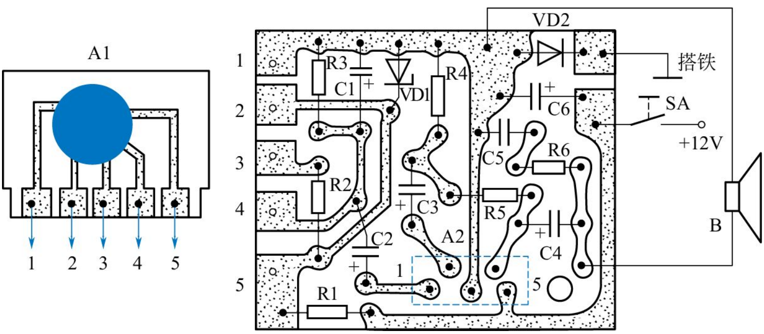


图3-30 车辆礼貌叫让路喇叭印制电路板焊接图

除电源开关SA外，焊接好的电路板连同扬声器B一同装入采取防水、防振措施的绝缘外壳内，并固定在汽车头内原电喇叭附近；SA则用导线引至驾驶室内，并固定在便于驾驶人员操作的仪表盘附近即成。用于摩

托车时，将礼貌叫让路喇叭固定在摩托车头适当位置处，SA则用导线引至摩托车的手把上，以便于车手操作。

该礼貌叫让路喇叭一般无需任何调试，便可投入正常工作。它发声洪亮，实测平均输出功率达3W，可完全满足不同场所对声源强度的要求。如嫌语音声不够真切，可通过适当改变电阻器R2阻值来加以调整，直到满意为止。R2取值范围一般为820kΩ～1.5MΩ。

第 4 章

娱乐玩具类制作

本章介绍了 10 个简单易行的电子娱乐玩具和游戏器，其特点不仅具有趣味性、知识性，而且一些游戏玩具还具有益智性，可给孩子们带来无限的欢乐。这些制作实例是读者在掌握了第 1 章“手把手教你学制作”入门制作技能后的延伸和提高，可根据喜好选择并自行设计具体的制作步骤和流程，充分发挥个人能动性进行“动手做”。通过制作与使用，能够让读者尽快成为名副其实的“电子玩家”。

4.1 节日音乐灯笼
4.2 会唱歌的“美猴王”头饰
4.3 声控音乐“圣诞老人”
4.4 能哭会笑的“娃娃”
4.5 “黑白猪”跷跷板
4.6 “兔唱歌”游戏器
4.7 “探雷”游戏器
4.8 “虎口拔牙”游戏器
4.9 能学舌的“鹦鹉”
4.10 变音调频无线话筒

4.1　节日音乐灯笼

正月十五张灯结彩闹元宵，是千百年来我国劳动人民的传统习俗。近年来，春节市场上各种动物、宫灯造型的塑料玩具灯笼畅销，深受少年儿童的喜爱。这种塑料玩具灯笼的基本结构如图4-1所示，其电路部分与普通手电筒电路完全一样，推合手柄上的开关，手柄内的两节串联2号或5号干电池（3V）就会点亮灯笼内的小电珠，使灯笼发光。这种灯笼与传统纸糊蜡烛点亮的灯笼相比较，既安全可靠，又极富有现代文明气息。

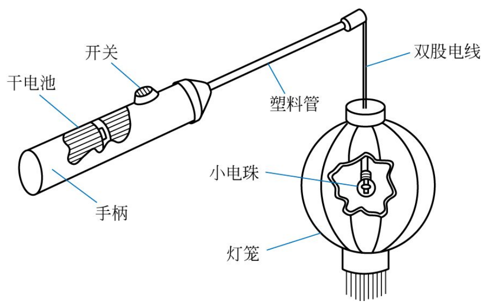


图4-1　塑料玩具灯笼基本结构图

如果自己动手在市售普通塑料玩具灯笼电路的基础上增加5个电子元器件，便可使灯笼既发光，又演奏出动听的乐曲，别有一番情趣。下面就向你介绍改制的方法。

4.1.1　工作原理

节日音乐灯笼的电路如图4-2所示。虚线左边为市售灯笼原有电路，右边为新增音乐演奏电路。A为十二曲音乐集成电路，其中R和C分别为A

的外接振荡电阻器和电容器。

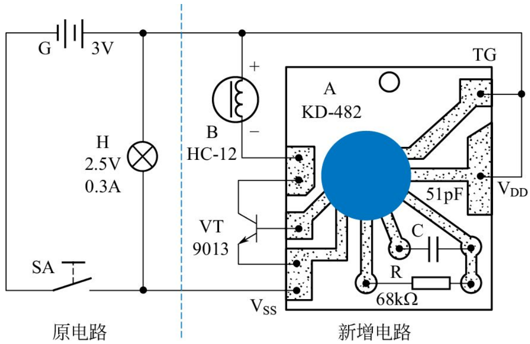


图4-2　节日音乐灯笼电路图

闭合电源开关SA，小电珠H通电发光；与此同时，由于音乐集成电路A的触发端TG与电源正端V_{DD} 直接相通，故A会依次反复输出内储的十二首世界名曲主旋律电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动微型电磁讯响器B奏响优美动听的乐曲。

4.1.2　元器件选择

A选用KD-482型十二曲音乐集成电路，该集成电路用黑膏封装在一块尺寸仅为20.5mm×18mm的小印制板上（如图4-2右边所示），并给有外围元件焊接插孔，使用很方便。KD-482的主要参数：典型工作电压3V，音频输出电流≤2mA，静态总电流＜2μA，工作温度范围-10～60℃。KD-482也可用ML-03、CW2850-12K等十二曲音乐集成电路芯片来直接代换，只是芯片接法略有不同，但外围元件及参数均不须改动。

如果手头暂无十二曲音乐集成电路，也可用常见的单首曲音乐集成

电路来代替，只是所产生的乐曲易使人产生单调感。代换时注意：读者只要有音乐集成电路，一般来讲不论型号、外形如何，只要分清楚电源正极（V_{DD} 端）、电源负极（V_{SS} 端）、外接振荡电阻器和电容器的公共接线端（由于大部分单曲音乐集成电路不需要外接振荡电阻器和电容器，所以也就没有该接线端）、音频输出端（接功率放大晶体三极管的基极）和高电平触发端TG，均可直接接入电路代换十二曲音乐集成电路。

晶体管VT可用9013（集电极最大允许电流$I_{CM}=0.5A$，集电极最大允许功耗$P_{CM}=625mW$）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta>100$。R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CC1型瓷介电容器。

B用HC-12型微型电磁讯响器，其外形尺寸如图4-3所示，它的最大特点是：发声效率高，声响可与小型扬声器相媲美；体积（ϕ12mm×8.6mm）小巧，一般从灯笼原有装电珠的进口即可装入灯笼内。HC-12型电磁讯响器的主要参数：直流阻抗16Ω，用声级计在距离器件10cm处测得声压电平≥82dB，质量2g。HC-12也可用同类产品——YX型微型直流电磁讯响器来直接代换。

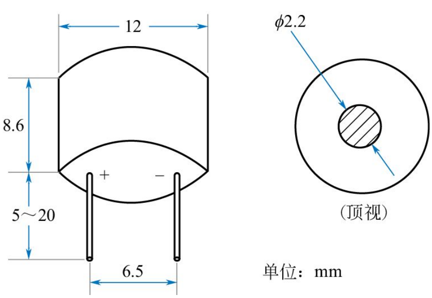


图4-3　HC-12型微型电磁讯响器外形尺寸

微型电磁讯响器是为适应现代电子产品小型化需要而研制、生产的新一代讯响器，可以说是电子元器件中的新秀。微型电磁讯响器内部结构其实很简单，它由线圈、磁铁、振动膜片、共鸣腔等组成。当给它通上音频或直流脉冲电信号时，线圈产生磁场，振动膜片被电磁铁所吸引，并在共鸣腔的作用下发出响亮的声音。目前，这种微型电磁讯响器已被广泛应用于电脑、时钟、家用电器、电子玩具等的报警报信。

如果一时购买不到电磁讯响器，可用图4-4所示电路来代替：图4-4（a）为压电陶瓷片发声电路，其线路体积小，便于安装。为了增大发音量，应为压电陶瓷片配上专门的共振腔盖（参见本书前面图3-7所示）。升压变压器T可用袖珍收音机常用的小型推挽输出变压器来代替，其原8Ω输出端（原扬声器接线端）接如图4-2所示电路中的晶体三极管VT集电极与电源正端V_{DD}，原输入端接压电陶瓷片两端，中心抽头空着不用。如图4-4（b）所示为ϕ 27mm×9mm微型扬声器，其特点是发声响亮，但体积稍大，不容易装入有些灯笼内，而且固定起来多有不便。

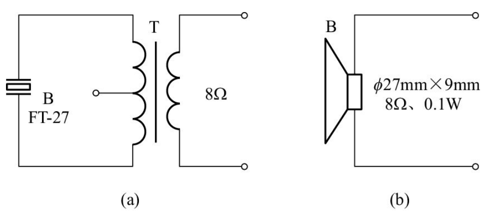


图4-4　电磁讯响器的代换

4.1.3　制作与使用

按照图4-2所示，将电磁讯响器B、电阻器R、电容器C和晶体三极管

VT等，直接插焊在音乐集成电路A芯片的有关孔脚内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路。焊接好的电路全部装入欲改造升级的市售塑料灯笼内，其V_{DD}、V_{SS}引线直接焊在小电珠H（用万用表分清正、负极性）两端，并注意为电磁讯响器B开出释音孔。

装配好的音乐灯笼，电路一般不需任何调试即可正常工作。如果觉得乐曲演奏速度太快或太慢，可通过适当增大或减小电阻器R的阻值（或电容器C的容量）来加以调整，直到听起来满意为止。R阻值取值范围一般为51～75kΩ。

音乐灯笼做好以后，让孩子打着它去参加元宵节灯会或有关庆祝晚会，肯定会引来众多同龄人羡慕的目光。

4.2　会唱歌的“美猴王”头饰

孙悟空机警灵活、顽皮聪明，它经过千年锤炼，有七十二般变化的本领，神通广大，它火眼金睛识鬼魅伎俩，“金箍棒”打破妖魔戏法，大家都非常喜欢它。

如果你是一名小学生的话，动手做一个眼睛会闪闪发光、会演奏电子音乐的“美猴王”头饰，戴着它去参加正月十五的“元宵节”灯会或各种联欢晚会、游戏活动等，一定会让你周围的同龄人感到新奇而有趣，也一定会令你开心雀跃。如果你喜欢“美猴王”，或者你的属相就是猴，制作和使用这件作品是很有意义的。

4.2.1　工作原理

会唱歌的“美猴王”头饰电路如图4-5所示，它的核心元件是一块音乐集成电路A，型号为KD-152A。该集成电路内储了电视连续剧《西游记》的片尾主题歌《敢问路在何方》主旋律乐曲，这里将它的触发端TG与电源正端V_{DD} 直接相连，以便通电后从输出端OUT反复循环输出内储的乐曲电信号。

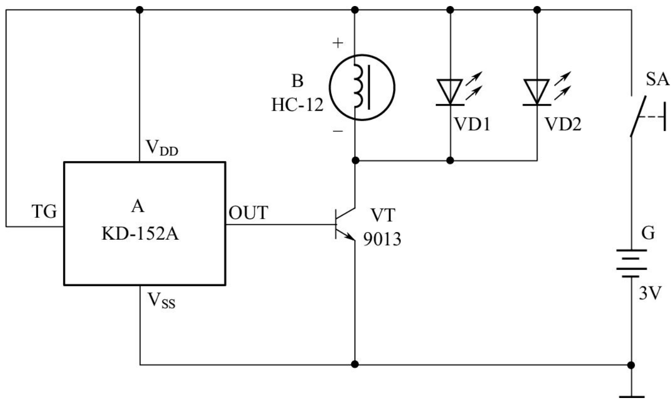


图4-5　会唱歌的“美猴王”头饰电路图

闭合电源开关SA，电路通电工作，音乐集成电路A反复循环输出内储的乐曲主旋律电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动微型电磁讯响器B发声，同时带动高亮度发光二极管VD1、VD2随声同步闪光。

4.2.2　元器件选择

A选用KD-152A型（内储电视连续剧《西游记》片尾主题歌《敢问

路在何方》主旋律乐曲）音乐集成电路，它采用黑胶封装形式制作在一块尺寸仅为24mm×12mm的小印制电路板上，如图4-7所示，并给有外接功率放大晶体三极管的焊接脚孔，使用很方便。KD-152A的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

KD-152A也可用外形和引脚排列一样、但内储乐曲不同的KD-9300或HFC1500系列等音乐集成电路来直接代替，也可用手头现有的任何型号的音乐集成电路来代替。代替时注意：读者只要有音乐集成电路，一般来讲不论型号、外形如何，只要分清楚电源正极（V_{DD} 端）、电源负极（V_{SS} 端）、高电平触发端TG和音频输出端（接功率放大晶体三极管的基极），均可直接接入电路代替KD-152A型音乐集成电路。

晶体管VT可用9013（集电极最大允许电流I_{CM} =0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} =625mW）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。VD1 、VD2用φ 5mm高亮度黄色或红色发光二极管。

B用HC-12型微型电磁讯响器，其外形尺寸及引脚排布参见本书前面图4-3所示，它的最大特点是：发声效率高、体积（φ 12mm×8.6mm）小巧。HC-12型电磁讯响器的主要参数：直流阻抗16Ω，用声级计在距离器件10cm处测得声压电平≥82dB，质量2g。HC-12也可用同类产品——YX型微型直流电磁讯响器来直接代换。

如果一时购买不到电磁讯响器，可按照图4-6所示用一个压电陶瓷片B1和一个固定电感器L并联后来代替，其发音量与电磁讯响器相差无几。

B1选用FT-27或HTD27A-1型压电陶瓷片，要求带有简易助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖），以增大发音量；L用LG2-22mH型固定磁芯电感器，它与呈电容特性的压电陶瓷片B1构成LC并联谐振回路，可显著增大B1的发音量和发光二极管VD1、VD2的发光亮度。

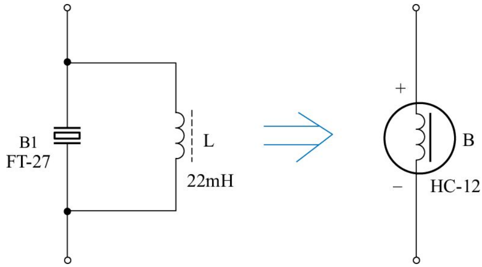


图4-6　电磁讯响器的代换

小型单刀单掷开关SA可用CKB-1（1D2W）型拨动开关来代替，亦可用磷铜皮自行弯制。G用两节5号干电池串联（配套电池架）而成，电压3V。

4.2.3　制作与使用

如图4-7所示是该“美猴王”头饰的电路接线图。整个电路以音乐集成电路A为基板进行焊接，无需另外再设计制作电路板。焊接时电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS电路。

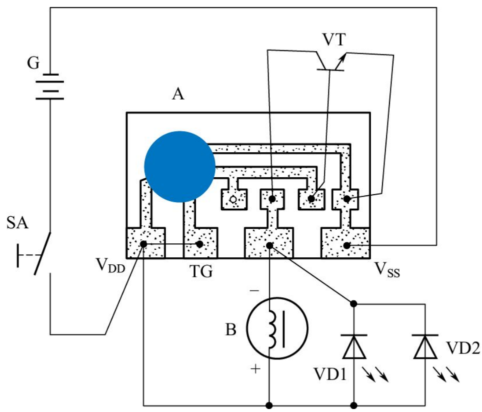


图4-7　会唱歌的“美猴王”头饰接线图

如图4-8所示为“美猴王”头饰的装配示意图。将整个电路全部焊装在一个尺寸约为80mm×60mm×20mm的薄塑料小盒内，盒背面开孔固定电源开关SA。盒面板用强力胶粘上一张尺寸约250mm×180mm的硬卡纸，裁画好“美猴王”头部图样，涂上颜色。在双眼位置开出φ 5mm小孔，伸出发光二极管VD1、VD2的发光帽；在鼻子上部适当位置处开出φ 3mm小孔，作为电磁讯响器B的释音孔。最后在盒子下部的卡纸上用强力胶粘上适当长度（约250mm）的宽幅橡筋松紧布带，用以在使用者头部固定“美猴王”头饰。

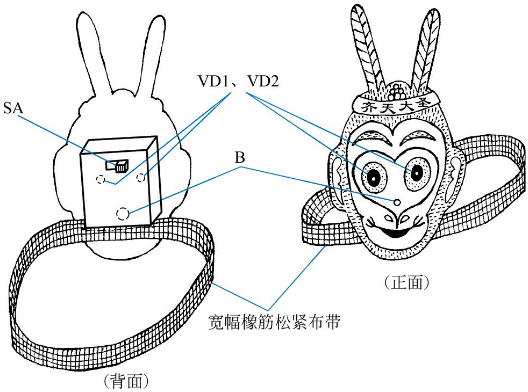


图4-8　会唱歌的“美猴王”头饰装配图

装配成的“美猴王”头饰，电路一般无须任何调试，便可投入使用。如果电路在调节或使用时产生自激振荡，即电磁讯响器B发出有规律的“哨叫”或“嘟、嘟”声，可通过在音乐集成电路A的电源端跨接一只22～47μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。

当你戴着自己亲手制作的“美猴王”头饰去参加晚会、游戏等活动时，小猴的灵气、“美猴王”的英气在你身上一定会表现得淋漓尽致，同学们也一定会绝口称赞你的好手艺。

4.3　声控音乐“圣诞老人”

圣诞节来临之际，各种绒布做成的形态各异、美观漂亮的“圣诞老人”大量上市，赢得了不少时尚男女的青睐。如今，在中国大、中城市的许多年轻人和孩子心目中，“圣诞老人”作为吉祥如意的象征，已不仅是过圣诞节时不可缺少的快乐老精灵，而且也是欢庆新年时少不了的吉祥物。

如果自己动手给这种普通绒布做成的“圣诞老人”加装上下面介绍的声控音乐闪光电路，则会使你所拥有的“圣诞老人”与众不同，有声有色，更加生动、有趣。每当有人在“圣诞老人”周围1m以内的地方拍一下手掌时，“圣诞老人”便会演奏一遍《圣诞歌》乐曲，同时，“圣诞老人”的双眼还会随着乐曲节奏闪闪发光，逗人欢心。

4.3.1　工作原理

声控音乐“圣诞老人”的电路如图4-9所示。压电陶瓷片B1和晶体三极管VT1等组成声控正脉冲触发电路，音乐集成电路A和晶体三极管VT2、扬声器B2等组成音响发生电路，发光二极管VD1、VD2组成随声同步闪光电路。

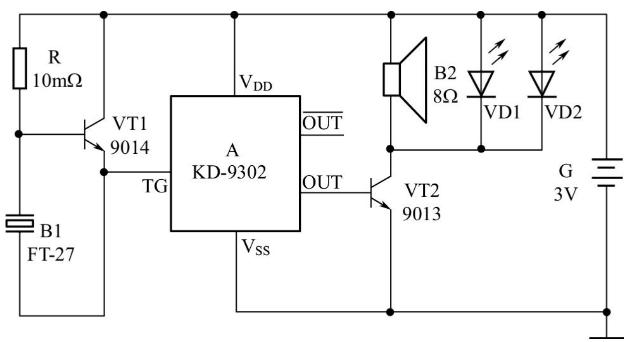


图4-9　声控音乐“圣诞老人”电路图

平时，由于晶体三极管VT1的偏流电阻器R取值较大，所以VT1处于不完全导通状态，其发射极输出＜$1/2V_{DD}$ ＝1.5V的低电平，与之相连的音乐集成电路A的触发端TG亦处于低电平，A内部电路不工作，晶体三极

管VT2截止，扬声器B2无声。当在有效作用距离（≤1m）范围内拍一下手掌时，压电陶瓷片B1接收到猝发的声波，并转换成相应电信号。该电信号的正半周经晶体三极管VT1放大后，使其发射极输出正脉冲电信号，直接触发音乐集成电路A从输出端OUT输出一遍内储的《圣诞歌》乐曲电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，推动扬声器B2发出响亮的节日庆贺曲来；与此同时，并联在扬声器B2两端的发光二极管VD1、VD2也会随声发出同步闪烁光。

电路中，音乐集成电路A的触发端TG与电源负极端V_{SS}间存在的固有输入电阻，直接作为晶体三极管VT1的发射极负载电阻。压电陶瓷片B1直接跨接在VT1的基极与发射极之间，而不按常规接在VT1的基极与电源负极之间，其目的是可以显著提高声控灵敏度。R作为晶体三极管VT1的偏流电阻器，其阻值大小直接影响声控灵敏度。只有当R取值合适时，VT1的发射极在静态时才会输出略低于$1/2V_{DD}=1.5V$的电压，电路才会具有比较高的声控触发灵敏度。如果R取值过大，则向VT1提供的偏流几乎为零，VT1静态时趋于截止，就会起不到有效提高声控灵敏度的作用；反之，如果R取值太小，则VT1静态时趋于饱和，音乐集成电路A会因触发端TG始终处于高电平（$\geq 1/2V_{DD}$）而持续工作，电路便发声、发光不止。

4.3.2　元器件选择

A选用KD-9302型（内储《圣诞歌》曲）音乐集成电路，也可用同一系列产品中的KD-9304型（内储《快乐世界》等“圣诞三曲”）音乐集成电路，它们均采用软包封装形式制作在尺寸为23mm×14mm的小印制电

路板上（如图4-10所示），并给有外围元器件焊接脚孔，使用很方便。该音乐集成电路的主要参数：工作电压范围1.3～5V，典型值为3V；触发电压（正脉冲或高电平有效）≥1/2V_{DD}，触发电流≤40μA；音频输出电流最大可达5mA，静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

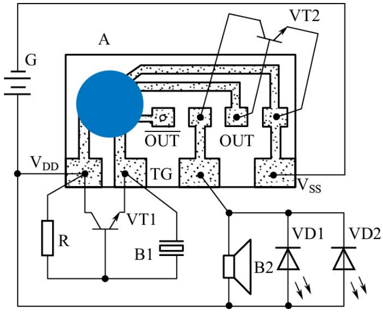


图4-10 声控音乐“圣诞老人”接线图

音乐集成电路A也可用外形基本上与KD-9302一致（需外接一只68kΩ、1/8W的碳膜电阻器，主要用于调节乐曲演奏速度）的CW9300系列音乐集成电路，如CW9303（内储《圣诞钟声》曲）、CW9307（内储《圣诞钟声》《红鼻鹿》《欢乐世界》曲）、CW9317（内储《圣诞钟声》《圣诞老人进城》《圣诞快乐》曲）、CW9320（内储《圣诞树》曲）等。

晶体管VT1选用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数β＞150；VT2选用9013（I_{CM}=0.5A，P_{CM}=625mW）或3DG12、3DK4、3DX201型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β＞100。VD1、VD2宜用φ3mm红色高亮度发光二极管。

R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。B1用φ 27mm的压电陶瓷片，如FT-27、HTD27A-l型等，要求配带简易塑料共振腔盖（参见本书前面图3-7所示）；B2用φ 27mm×9mm或φ 29mm×9mm、8Ω、0.25W超薄微型动圈式扬声器，以减小体积、方便安装。G用两节5号干电池串联（需配带塑料电池架）而成，电压3V。

4.3.3 制作与使用

整个电路按照图4-10所示，以音乐集成电路A的小印制电路板为基板进行焊接，无需另外再设计制作电路板。焊接时注意：电烙铁外壳必须良好接大地，否则交流感应电压会击穿音乐集成电路A内部的CMOS电路，从而造成A芯片永久性损坏。

除压电陶瓷片B1和发光二极管VD1、VD2外，其余元器件应焊装在一个体积合适的塑料小盒内。注意：盒面板事先要为扬声器B2开出释音孔。压电陶瓷片B1和发光二极管VD1、VD2，均分别通过适当长度的双股软细电线引出盒外。由于音乐集成电路A存在着固有的输出信号结束延时触发特性，故不必担心扬声器B2所发出的声音会由压电陶瓷片B1接收后，造成电路自我触发而发声不止。

焊接好的电路，只要元器件质量有保证，焊接无误，一般不需任何调试便可投入使用。如果发生接通电源后乐曲演奏不止的现象，可通过适当加大电阻器R的阻值或改用β 值小一些的晶体三极管VT1来加以排除；反之，如果嫌声控触发灵敏度不够，可通过适当减小R的阻值或改用β 值大一些的VT1来加以提高。如果电路产生自激振荡，可通过在音乐集成电路

A的电源端跨接一只22～47μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。

调试完毕，参照图4-11所示，将声控音乐闪光电路装入一个大小合适、造型漂亮的市售普通绒布“圣诞老人”体内。具体方法：在“圣诞老人”身体背部的适当位置处用刀划开长约10cm 的直口子，并用针线缝上一根拉链，以便于置入电路盒和以后更换干电池。发光二极管VD1、VD2分别嵌入“圣诞老人”的双眼内，方法是：首先，取下塑料眼珠，在眼珠背面向前钻ф 3mm的小孔（注意不要钻穿）；然后，将发光二极管插入小孔内，并用快干胶或热熔胶加以固定，接下来再将眼珠装回原来的位置。将“圣诞老人”体内填充物去掉少许，以让出空间安放电路盒。压电陶瓷片B1可安置在“圣诞老人”的嘴部，并事先在嘴部开出受音小孔。电路盒面板上的释音孔应紧贴“圣诞老人”的绒布肚皮，以便对外良好放音。



图4-11 声控音乐“圣诞老人”外形图

由于整个电路平时静态耗电很少，实测静态总电流≤10μA，故电路未设置电源开关。但长时间不用声控音乐“圣诞老人”时，应将干电池从电路盒内的电池架上取下来，以免电能耗尽后，电池流液腐蚀坏电路。

4.4　能哭会笑的“娃娃”

这里介绍的电子玩具“娃娃”十分有趣：当小朋友用手拍打这种“娃娃”的屁股时，它便发出“哇……”的啼哭声；当用手去捏摸鼻尖时，它便发出“嘿嘿……”的笑声。同时，玩具“娃娃”的两眼还会随哭、笑声发光，颇逗人喜爱。

由于该玩具电路采用了专门的婴儿哭、笑声集成电路，故声音十分逼真，可达到以假乱真的地步。

4.4.1　工作原理

能哭会笑的“娃娃”电路如图4-12所示。该电路的核心元件是一块模拟声集成电路A，它内部储存有娃娃哭、笑声信号，分别由高电平（或正脉冲）触发端TG1、TG2控制工作。OUT端是模拟哭、笑声电信号的公共输出端，所输出电信号经晶体三极管VT2功率放大后，直接驱动扬声器B2发声。L1、L2端是A的同步灯光驱动输出端。在OUT端输出模拟声电信号的同时，L1、L2均输出低电平，直接驱动发光二极管VD1、VD2发光。R2是A的外接振荡电阻器，其阻值大小影响模拟声的速度和音调。

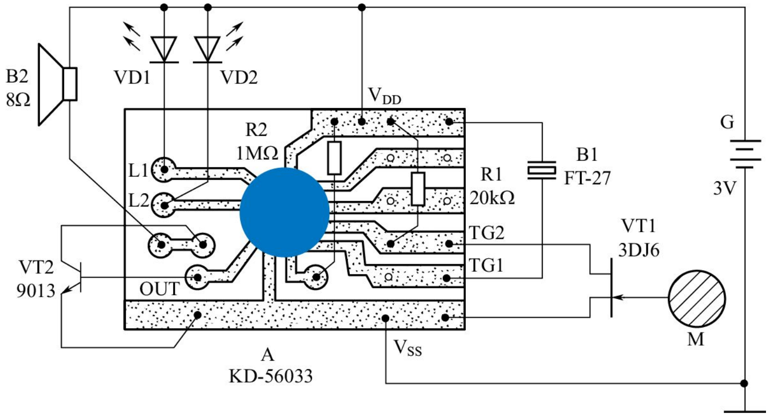


图4-12　能哭会笑的“娃娃”电路图

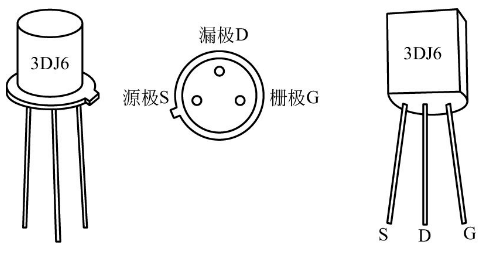
当用手拍打玩具“娃娃”的屁股时，压电陶瓷片B1受到机械振动，由于压电效应，它的两端就会输出感应电压，使模拟声集成电路A的TG1端获得正脉冲触发信号，A内部电路受触发工作，扬声器B2即发出“哇……”的哭声，与此同时，装入“娃娃”双眼内的发光二极管VD1、VD2也会随声发光。A的TG1端每受到一次正脉冲触发，B2便会连续发出三遍娃娃哭声来，时间约4s。

当用手（或身体其他部位）触摸到玩具“娃娃”鼻尖上的金属片M时，人体感应电压注入场效应晶体管VT1的栅极，使其漏、源极间电流减小，漏极电位升高至$1/2V_{DD}$以上，模拟声集成电路A的TG2端获得正脉冲触发信号，A内部电路受触发工作，扬声器B2即发出“嘿嘿……”的笑声来，同时，发光二极管VD1、VD2也随声发光。M每受到一次触摸，B2便发出一遍笑声，时间约2.5s。

4.4.2　元器件选择

A选用KD-56033型娃娃哭、笑声集成电路，它采用软封装形式制作在一块尺寸为30mm×20mm的小印制电路板上，并有外围元件焊接脚孔，使用方便。KD-56033的主要参数：典型工作电压3V，触发电流≤50μA，音频输出电流≥2mA，闪光输出电流≥5mA，静态总电流<1μA，工作温度范围-10～60℃。

VT1选用3DJ6或3DJ7型N沟道结型场效应晶体管，要求饱和漏源电流I_{DSS} ≤0.5mA；该结型场效应晶体管有金属管壳和塑料两种封装形式，其外形和引脚排列如图4-13所示。这里特别要指出的是：对于结型场效应晶体管，由于它的漏极D和源极S是对称的，所以可以互换使用；虽然用万用表测量时漏极与源极之间正、反向电阻有时略有差异，但不影响两脚对换使用。



(a) 金属管壳封装　　(b) 塑料封装

图4-13　3DJ6型结型场效应晶体管外形和引脚排列

VT2选用9013（集电极最大允许电流I_{CM} =0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} = 625mW）或3DG12、3DK4型硅NPN中功率晶体三极管，要求电流放大系数β >100。VD1、VD2宜用圆形红色高亮度发光二极管。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。B1可用φ 27mm的压电陶瓷

片，如FT-27、HTD27A-l型等；B2选用8Ω、0.25W小口径动圈式扬声器。G用两节5号干电池串联（配套塑料电池架）而成，电压3V。

4.4.3　制作与使用

整个电路按图4-12所示，以A的芯片为基板进行焊接，不必另外再设计制作印制电路板。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路！

焊接好的电路参照图4-14所示，全部装入一个市售硬壳体塑料玩具“娃娃”体内。压电陶瓷片B1可用强力胶粘在“娃娃”的屁股部位；金属片M用一形状、大小无严格要求的黄铜片或不锈钢片，将它巧妙地嵌入“娃娃”的鼻尖部位。发光二极管VD1、VD2分别嵌入“娃娃”的两眼内，并在“娃娃”身体适当位置处为扬声器B2开出释音孔。

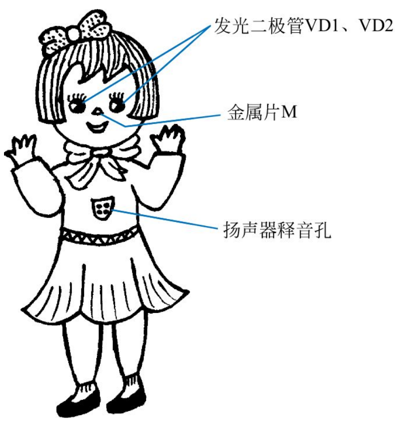


图4-14　能哭会笑的“娃娃”外形图

装配完成的玩具“娃娃”，电路一般不用任何调试便可投入使用。如

感到金属片M的触摸灵敏度不够，可通过适当减小电阻器R1的阻值一试；压电陶瓷片B1触发灵敏度较低时，可通过调换两根引线焊点位置一试。如嫌哭、笑声不够逼真，可通过适当变换电阻器R2的阻值（820kΩ~1.2MΩ）来加以调节，直到满意为止。

因整个玩具“娃娃”电路静态电流实测＜0.13mA，故未设置电源开关。但孩子长时间不玩电子“娃娃”时，应将干电池从电池架上取下来，以免电能耗尽后流液腐蚀坏电池架。

4.5　“黑白猪”跷跷板

在中国民间，憨厚可爱的猪是随和、厚道、诚实、本分、财富的象征。如果你的生肖是十二相属中的猪，或者你对卡通猪一类的玩具喜爱有加，不妨按照下面的介绍，自己动手制作一个如图4-15所示的“黑白猪”跷跷板电子小装置，真是趣味无穷。看！跷板两头一黑一白两只“小猪”随着两只发光二极管的交替闪亮，跷过来跷过去，玩得多么愉快呀。

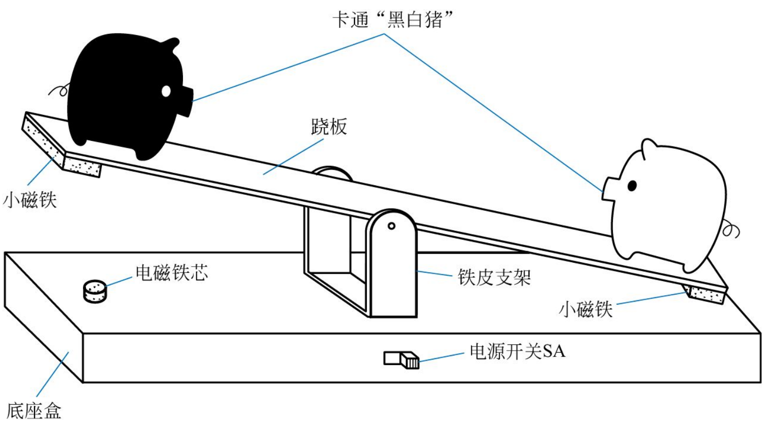


图4-15　“黑白猪”跷跷板外形图

该装置不但是一个有趣的小玩具，而且还是很实用的家庭小摆设。将它摆放在自己的写字台或家里客厅的博古架上，让不停跷上跷下的“黑白猪”时刻陪伴着你，不失为一件有趣的事。

4.5.1　工作原理

“黑白猪”跷跷板是根据两块磁铁间N极（北极）或S极（南极）“同性相斥”的基本原理制成的，它的电路如图4-16所示。由“555”时基集成电路A与电阻器R1和R2、电容器C1、晶体二极管VD等构成的方波振荡器，控制两个电磁铁YA1和YA2交替工作，所产生的间歇磁场与跷板两头对应的永久磁铁发生“同性相斥”作用，以维持跷板及上面的“黑白猪”不停地跷上跷下。

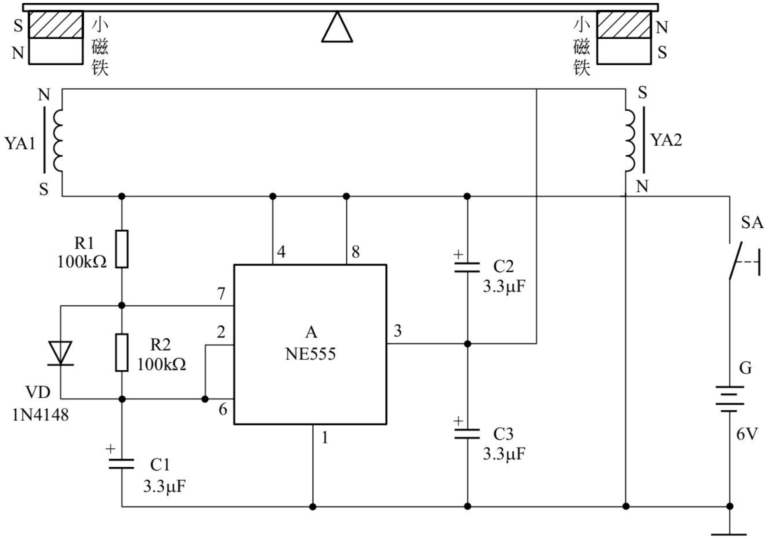


图4-16　“黑白猪”跷跷板电路图

闭合电源开关SA后，由“555”时基集成电路A等构成的方波振荡器通电工作。刚通电时，电容器C1两端电压为0V，A的输出端第3脚为高电平，电磁铁YA2通电产生磁场。由于YA1和YA2均固定在跷板底座两端且与跷板两端下方粘固的两块永久小磁铁相对应，所以当YA2通电产生磁场时，如果YA2接线合理，便能在其铁芯的上端形成S极，这恰好与跷板右端小磁铁的S极相对而发生“排斥”，其结果是跷板右端被磁力推斥升高、左端则下降落在YA1上。随着电池G通过电阻器R1、晶体二极管VD对C1不断充电，C1两端电压不断上升。当C1两端充电电压达到$2/3V_{CC}$（V_{CC}表示A的工作电压）时，A内部电路翻转，其第3脚输出变为低电平，YA2断电不再产生磁场，而YA1通电在其铁芯上端形成N极，这与跷板左端小磁铁的N极恰好相对而同样发生“排斥”，于是跷板左端升高、右端降低落在YA2上。与此同时，A的第7脚内部所接放电三极管导通，C1通过R2和A的第7脚放电。当C1两端电压放电至$1/3V_{CC}$时，A内部电路再次翻转，A的输出端第3脚又一次变为高电平，YA2再次通电产生磁场……如此周而复始，YA1和YA2就会轮流通电产生交替磁场，跷板两头就会一上一下交替摆动，从而产生“黑白猪”不停地跷跷板的趣味场景。

电路中，通过在放电电阻器R2的两端并联晶体二极管VD，并取充电电阻器R1的数值和R2一致，以使电容器C1获得相同的充、放电时间常数，从而在时基集成电路A的输出端获得满意的方波。如果同时调整R1和R2或C1的数值，可改变方波振荡器的频率，从而能够改变跷板上下摆动的快慢。但由于跷板的机械翻动速度不可能太快，所以方波振荡器的频率

不能选得太高。按图选择阻容元器件数值，方波振荡器的频率约为$f=0.722/(R_1\times C_1)=2.18Hz$（注意：$R_1=R_2$），跷板每隔1s左右摆动一次。C2、C3是保护电容器，能分别旁路掉电磁铁YA1、YA2线圈在断电时所产生的较高自感电压，以防止击穿时基集成电路A内部的输出功率放大管。

4.5.2　元器件选择

A选用NE555或μA555、LM555、5G1555等型“555”时基集成电路，它是一种模拟、数字混合集成电路，采用双列8脚直插式封装（DIP-8），其引脚排列参见本书前面图1-102所示。“555”时基集成电路具有定时精确、驱动能力强、电源电压范围宽、外围电路简单及用途广泛等特点，非常适合电子爱好者制作时使用。VD用1N4148型硅开关二极管。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1～C3均用CD11-16V型电解电容器。SA可用CKB-1型拨动开关。G用四节5号或7号干电池串联（需配套塑料电池架）而成，电压6V。

电磁铁YA1、YA2需自制：首先按图4-17所示，取两根φ 5mm×25mm的铁芯，另取φ 20mm的塑料圆片4片，中心开出φ 5mm的圆孔，其中两个塑料圆片的边沿处还要分别开出两个φ 1～1.5mm的穿线孔，再用强力胶将两对塑料圆片分别粘固在两根铁芯两端，其中一端露出铁芯约5mm，即做成两个电磁铁的线圈骨架。也可采用两只现成的卷装医用胶布的塑料芯子做线圈骨架，并在塑料芯子的一头钻上两个φ 1～

1.5mm的穿线孔。然后，取φ　　0.12mm的漆包线分别在两线圈骨架上绕3000匝左右，要求线圈引线长度不小于80mm，YA1的线圈正向绕制，YA2的线圈反向绕制，即两个线圈的绕向正好相反。

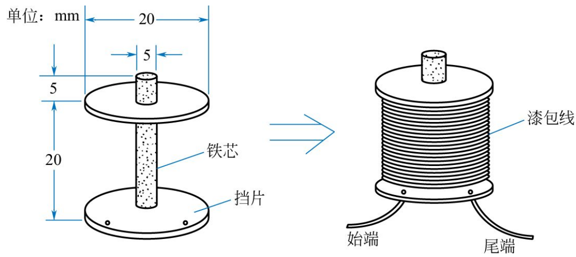


图4-17　电磁铁的制作

小磁铁最好选用磁性较强的扁圆形或方形永久磁铁，从市售磁性碰锁或废旧磁性铅笔盒中拆出来的磁铁，使用效果就挺不错。如能够购买到体积小、磁性强的新型钕铁硼磁铁，使用效果更佳。

4.5.3　制作与使用

如图4-18所示是“黑白猪”跷跷板的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为30mm×25mm。焊接时注意，电源开关SA和电池G均应通过一定长度的细电线焊接在印制电路板上，其余元器件则直接插焊在印制电路板上。另外，还要注意不要将晶体二极管VD、电解电容器C1～C3的极性接反，也不要焊错时基集成电路A的引脚。

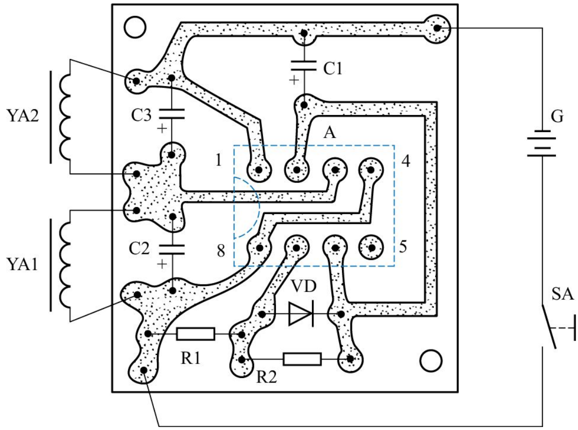
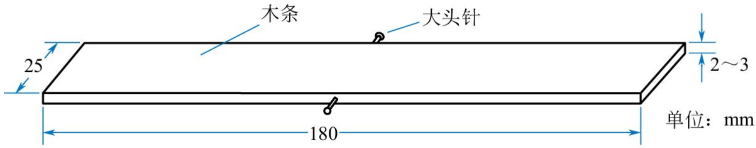
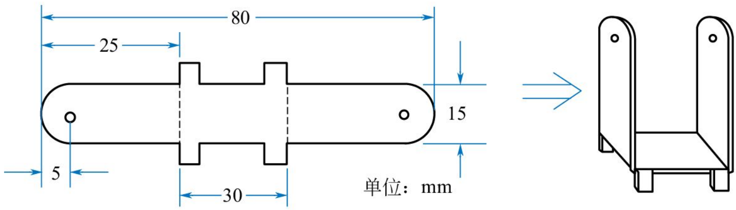


图4-18 “黑白猪”跷跷板印制电路板接线图

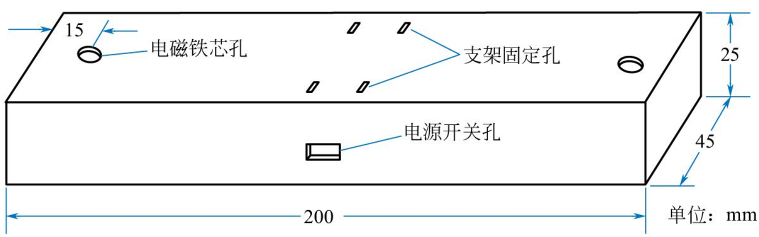
跷板及其支架、底座盒等，按照图4-15所示加工制作。跷板用有机玻璃板或轻质薄木板按图4-19（a）所示提供的尺寸加工制作，在跷板中轴线两头的位置处，各打上一定深度（≥10mm）的针孔，分别插上两枚截短了的大头针做转轴。铁皮支架用镀锌薄铁片或罐头马口铁皮按图4-19（b）所示提供的尺寸和形状加工制成。底座盒用有机玻璃板、薄木板或五合板粘制而成，其尺寸及外形如图4-19（c）所示。在底座盒面板距两端15mm处各开出φ 5mm的小孔，用来放置电磁铁YA1和YA2的铁芯；在中间位置按铁皮支架4只插脚的间距，开出4个对应小方孔，用于固定铁皮支架。在底座盒前侧面中间位置开出大小合适的小孔，用于固定电源开关SA。



(a) 跷板尺寸及外形



(b) 铁皮支架尺寸及弯制



(c) 底座盒尺寸及外形

图4-19　跷板及壳体的加工制作

组装参照图4-15所示进行。首先，将铁皮支架插入底座盒面板所开的4个对应小方孔内，并使盒内伸出的4只铁皮脚弯折勾紧。然后，通过两枚截短的大头针把跷板装在铁皮支架上。跷板的两端下面用强力胶各粘一块小磁铁，小磁铁的磁场方向应与跷板垂直。如果小磁铁体积较大，可以事先根据小磁铁的形状在跷板两端挖槽，把小磁铁粘固在槽内。跷板上面的左右端各粘上一黑一白两张卡通“黑白猪”图片，如果能够购买到大小适中的市售塑料或绒布做成的卡通“黑白猪”则效果更理想。跷板应保持两边

基本平衡、上下摆动起来灵活，而且“黑白猪”的身体及跷板不可过重。焊接好的电路板、电池G（带塑料架）等全部安装在底座盒内，电磁铁YA1和YA2、电源开关SA等，分别嵌固在底座盒上所开出的对应小孔内。“黑白猪”跷跷板的外观应发挥自己的想象力去尽力美化。

装配好的“黑白猪”跷跷板，只要元器件质量有保证，焊接无误，闭合电源开关SA后，跷板就会上下翻动。如果跷板摆动速度太快，可通过适当增大电容器C1的容量或电阻器R1和R2的阻值（注意：$R_1=R_2$）来加以调整；反之，跷板翻动速度太慢时，则应减小其容量或阻值。如果发现电磁铁YA1和YA2的推力不足，可以将电池G的电压提高到9V或12V。如果其中有一个电磁铁将跷板吸住不放，可将跷板上对应的小磁铁调换一下极性；如果两电磁铁都吸住跷板，则应把跷板左右两端调换一下位置，或同时调换跷板两端小磁铁的极性。

这个“黑白猪”跷跷板在工作时电路最大电流将近50mA，每次使用都应注意做到用毕后随手关掉电源开关SA，以节约电能。如果改用交流电稳压电源供电，则效果更好。

4.6　“兔唱歌”游戏器

兔子活泼可爱，深受少年儿童们的喜爱。如果动手做一个“兔唱歌”电子游戏器，则玩起来别有一番乐趣。

4.6.1　工作原理

“兔唱歌”游戏器的电路如图4-20所示，它主要采用了KD-07型七灯

闪光音乐集成电路A。VD1～VD9均为普通圆形发光二极管，除VD7用绿色外，其余全部用红色。

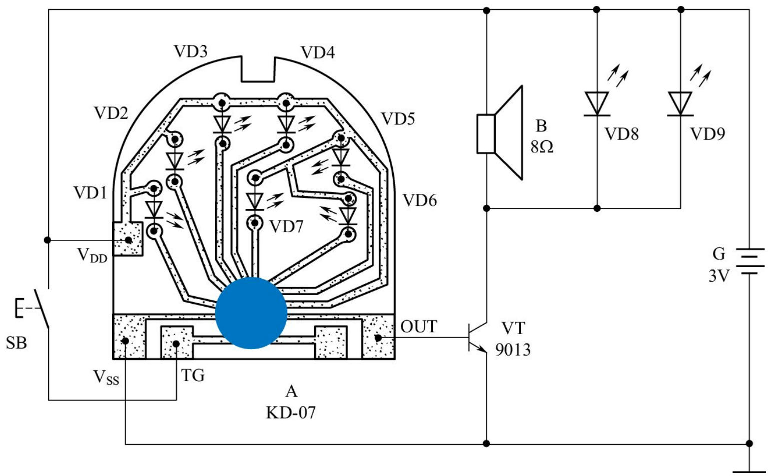


图4-20 “兔唱歌”游戏器电路图

当按下轻触开关SB时，七灯闪光音乐集成电路A的触发端TG获得高电平触发信号，A内部电路工作，其7个闪光驱动输出端反复输出时序低电平信号，使发光二极管VD1～VD7顺序循环点亮；手松开轻触开关SB后，发光二极管VD1～VD7会继续循环闪烁发光8s左右，并且轮换速度由快到慢，最后随机停留在某一发光二极管上，使该管连续闪烁10s。与此同时，集成电路A的音频输出端OUT输出相应的“嘀嘀……”声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动扬声器B发声、发光二极管VD8和VD9同步闪光。如果最后停留闪烁的恰好是绿色发光二极管VD7，则扬声器B不再发出“嘀嘀……”声，而是演奏出长约10s的欢快乐曲。

4.6.2 元器件选择

A选用KD-07型七灯闪光音乐集成电路，它采用软封装形式制作在一块小印制电路板（如图4-20所示，高30mm、底宽30mm）上。KD-07的主要参数：典型工作电压3V，触发电流≤50μA，发光二极管闪光驱动电流≥10mA，音频驱动电流≥1.5mA，静态总电流＜1μA，工作温度范围-10～60℃。

VT用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DG12、3DK4、3DX201型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。VD1～VD6均用φ 5mm普通红色发光二极管，VD7用φ 5mm普通绿色发光二极管，VD8、VD9宜用φ 3mm普通红色发光二极管。

SB用14mm×14mm微型轻触开关，亦可用KAX-1或LA20-11型按钮开关来代替。B用φ 27mm×9mm或φ 29mm×9mm、8Ω、0.1W微型动圈式扬声器，以减小体积，方便安装。G用两节5号干电池（需配套塑料电池架）串联而成，电压3V。因整机静态电流＜0.5μA，故不必设置电源开关。

4.6.3 制作与使用

整个电路按照图4-20所示，以集成电路A的小印制电路板为基板进行焊装，不必另外再设计制作电路板。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接大地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路！

“兔唱歌”游戏器的外形如图4-21所示。机盒可用薄木板或不透明的有机玻璃板制作，也可用体积合适的塑料香皂盒、电子门铃外壳等来代

替。机盒体积约为100mm×65mm×20mm，要求不是十分严格，只要能装下元器件便行。盒面板用胶粘贴兔子头部图案（可剪自画报或自绘），“兔子”的眼睛部位开孔固定发光二极管VD8、VD9，嘴部为扬声器B开出释音孔。“兔头”下部将发光二极管VD1～VD7固定成圆环状，圆环的直径约为25mm。右下角开孔固定轻触开关SB，以便操作。

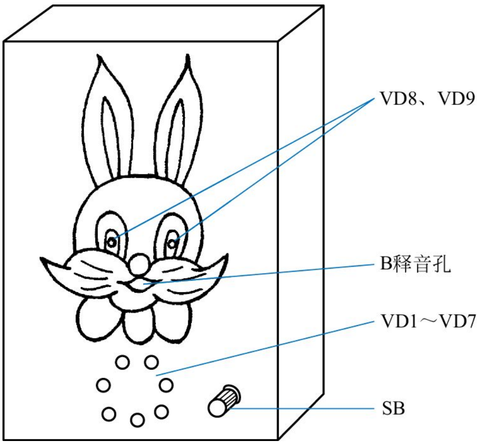


图4-21　“兔唱歌”游戏器外形图

装配成的“兔唱歌”游戏器，只要元器件质量可靠，焊接无误，不需任何调试就能正常工作。如果电路在工作时（尤其是在演奏乐曲时）产生自激振荡，即扬声器B发出有规律的啸叫声或“失真”声，可通过在集成电路A的电源端跨接一只22～47μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。

该“兔唱歌”游戏器的玩法：参加游戏者用手按动轻触开关SB，使发光二极管VD1～VD7按逆时针方向依次循环发出由快到慢变化的光点，扬声器B发出同步“嘀、嘀……”短声，通过掌握手松开SB的时间长短等技

巧，努力使VD1～VD7循环发出的光点最后停留在绿色发光二极管上闪烁，则表示游戏获胜，“兔子”便奏响一首乐曲，以示祝贺。如果参加游戏者“运气”不佳，光点最后停留在某个红色发光二极管上闪烁，则“兔子”会发出“嘀——嘀——”几声长音，表示游戏失败。

本游戏既可以让孩子一个人单独玩，也可以由数位伙伴参与依次玩，还可以在家里跟父母或者爷爷、奶奶同玩，比一比到底谁先让“小兔”唱歌，或者让“小兔”唱歌的次数最多。

4.7　“探雷”游戏器

这里介绍的“探雷”游戏器融知识性、趣味性于一体，取材方便，制作简单，是小学生开展课外制作及游戏的理想选择。

4.7.1　工作原理

“探雷”游戏器的电路如图4-22所示，它由“探雷器”和磁性“地雷”两大部分组成。“探雷器”实质上是一个由集成电路A、晶体三极管VT、扬声器B、发光二极管VD和电池G等构成的声光发生器，其工作与否由干簧管E和磁性“地雷”里的小磁铁所构成的磁控开关来控制。

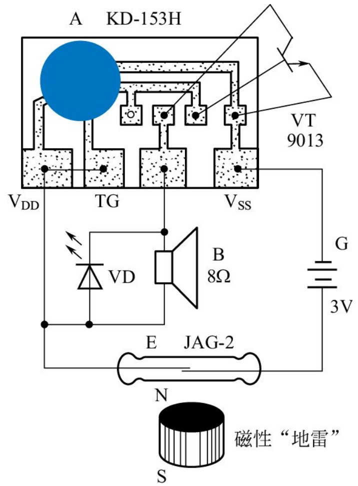


图4-22 “探雷”游戏器电路图

平时，“探雷器”远离磁性“地雷”，作为“探雷器”电源开关的干簧管E无外磁力作用，其内部两常开触点依靠自身弹力作用而跳开，“探雷器”无电不工作。当“探雷器”靠近隐藏着的磁性“地雷”时，干簧管E内部两常开触点受外磁力作用而吸合，“探雷器”电路通电工作，集成电路A即输出内储模拟声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B发出响亮的“叮——咚——”声；与此同时，并接在扬声器B两端的发光二极管VD也会随着音响闪闪发光，报告探测者发现了“地雷”。

4.7.2 元器件选择

A选用KD-153H型“叮咚”门铃专用集成电路。该集成电路用黑膏封装在一块尺寸为24mm×12mm的小印制板上，并给有插焊外围元器件的孔眼，安装使用很方便。KD-153H的主要参数：工作电压范围1.3～5V，

触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

VT可用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率晶体三极管，要求电流放大系数β ＞100。VD用φ 5mm 红色发光二极管即可。

E选用JAG-2型（φ 4mm×38mm）常开触点干簧管。磁性“地雷”所用小磁铁最好选用体积较大的永久磁铁，形状不限，但以圆柱形的（可拆自废旧农村有线广播用高阻式舌簧喇叭）为最佳。

B用φ 27mm×9mm或φ 29mm×9mm、8Ω、0.1W超薄微型动圈式扬声器，以减小体积，方便安装。G用两节5号干电池串联（需配套塑料电池架）而成，电压3V。

4.7.3　制作与使用

“探雷器”电路以集成电路A的芯片为基板，焊装在一个小塑料扁圆盒（或香皂盒）内，并且配装上适当长度的绝缘手柄，其外形如图4-23所示。焊接时注意：电烙铁外壳要良好接地，以免交流感应电压击穿集成电路A内部CMOS电路！干簧管E应紧贴盒底水平固定，并不要忘了事先在盒面板为扬声器B开出释音孔。

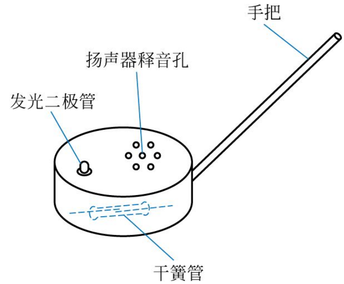


图4-23 “探雷器”外形图

磁性“地雷”按照图4-24所示结构制作，注意用于装饰“地雷”外表的材料一定要采用非导磁性材料（如用沥青、塑料熔固或水泥凝固等）。如果嫌装饰“地雷”麻烦，也可省去这一道工序，而用磁铁直接作“地雷”使用。这种磁性“地雷”可根据实际需要制作一至数只。

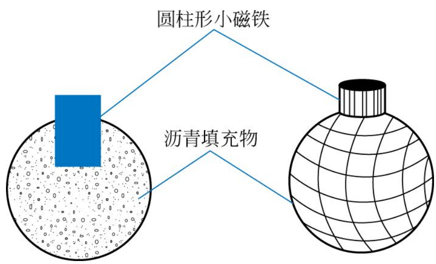


图4-24 “地雷”制作示意图

游戏时，可分成甲、乙两方，先由一方将“地雷”（一颗或数颗）偷偷埋设于沙土、草丛下面，然后由另一方探测起“雷”。探测者手持“探雷器”水平靠近（使干簧管E最大限度接近）地面，并且缓慢左右来回移动，当听到扬声器B发声和看到发光二极管VD闪亮时，便可从“探雷器”所处的地下面起获“地雷”。在所规定的时间内，根据探测并起出“地雷”与否或起

出“地雷”颗数，可确定游戏双方哪一方获胜。游戏时注意，“地雷”埋设不可过深，以距地面1～2cm为宜，防止探测不出而弄丢“地雷”。

4.8 “虎口拔牙”游戏器

这里所介绍的“虎口拔牙”游戏器，其外形如图4-25所示。做游戏时，小朋友手持一“金属剑”依次穿过金属小圆环a、b、c，当“剑尖”击中“虎口”内的金属电极d时，游戏器就会演奏一段世界名曲——《庆贺曲》，表示游戏胜利；如果“金属剑”不小心碰到了a～c中任意一个金属圆环，游戏器就会发出威严逼真的模拟老虎吼叫声，表示游戏失败。不论演奏乐曲还是发出模拟老虎吼叫声，“老虎”的双眼均会随声同步闪光，增强了动感。

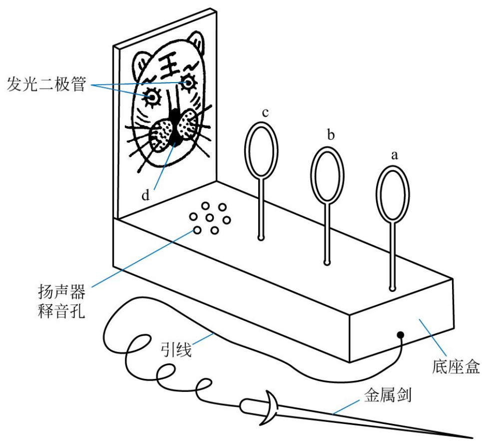


图4-25　“虎口拔牙”游戏器外形图

这个游戏适合在幼儿园、家庭或游乐场玩，不仅有趣，而且还可以

锻炼小朋友的眼力，培养小朋友的沉着、冷静和大脑对手腕、手臂的控制能力。

4.8.1　工作原理

“虎口拔牙”游戏器的电路如图4-26所示。音乐集成电路A1、模拟声集成电路A2等分别组成了乐曲声、“老虎”叫声信号发生电路，晶体三极管VT1和晶体二极管VD1、电容器C1、电阻器R1等组成了A2延时免触发电路，晶体三极管VT2及VT3组成了音响功率放大电路，晶体三极管VT4和微调电位器RP、发光二极管VD2及VD3等组成了随声同步闪光电路。

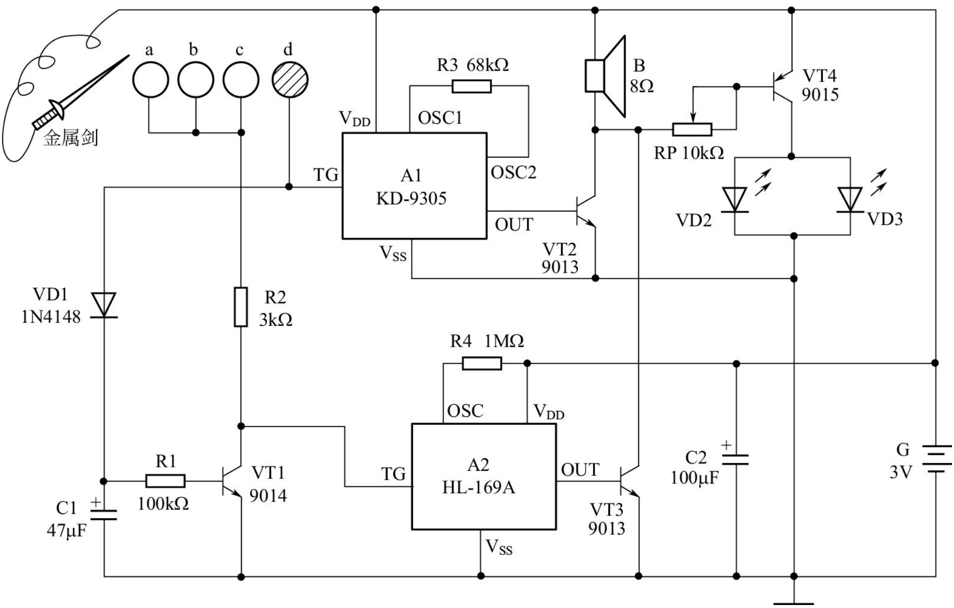


图4-26　“虎口拔牙”游戏器电路图

做游戏时，如果“金属剑”不小心碰到了金属小圆环a～c中的任意一

个（即游戏失败），则模拟声集成电路A2的触发端TG就会通过电阻器R2、金属圆环及“金属剑”，从电池G的正端获得高电平触发信号。于是A2内部电路受触发从其输出端OUT输出长约7s的内储模拟老虎叫声电信号，经晶体三极管VT3功率放大后，推动扬声器B发声；与此同时，B两端的部分音响电信号经微调电位器RP限流后加至晶体三极管VT4的发射结，经VT4放大后驱动发光二极管VD3、VD4随声同步闪光。

如果“金属剑”击中了“老虎”口内的电极d，则音乐集成电路A1的触发端TG获得高电平触发信号，A1内部电路受触发从其输出端OUT输出长约20s的内储音乐电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，推动扬声器B发声；同时发光二极管VD2、VD3也会随声同步闪光。在A1受到高电平触发的同时，电容器C1两端经隔离二极管VD1充上约2.3V电压。随后，C1通过电阻器R1、晶体三极管VT1的发射结放电数秒钟，这一时间内“金属剑”碰到a～c电极时，因VT1处于导通状态，不会使A2获得高电平触发信号而工作，故在“剑尖”击中d电极（游戏结束）后，从金属小环中快速抽出“金属剑”时，即使碰到a～c金属小环，也不会产生模拟虎叫声而干扰乐曲的正常演奏。

电路中，R3、R4分别为音乐集成电路A1、模拟声集成电路A2的外接振荡电阻器，其阻值大小分别影响乐曲声和“老虎”叫声的播放速度及音调高低。电容器C2用来减小电池G的交流内阻，使电池电能快用尽导致内阻增大时，扬声器B发声仍保持纯正不失真。

4.8.2　元器件选择

A1选用KD-9305型音乐集成电路，它采用软包封装形式制作在尺寸为23mm×14mm的小印制电路板上，并有外围元器件焊接脚孔，使用很方便。KD-9305的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。A1也可用外形基本一致的CW9300系列、KD-15系列（电阻器R3省掉不用）音乐集成电路来直接代换。

A2选用HL-169A系列集成电路中内储老虎叫声的模拟声集成电路，它也采用软包封装形式生产，芯片小印制电路板尺寸为24mm×13mm。HL-169A的主要参数：工作电压范围2.4～5V，输出端驱动电流3～6mA，静态总电流＜2μA，工作温度范围-10～60℃。A2也可用HFC520、KDT-560系列集成电路中内储模拟老虎叫声的产品来代换。

晶体管VT1用9014（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数β ＞150；VT2、VT3均用9013（I_{CM} ＝0.5A，P_{CM} ＝625mW）或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求β ＞100；VT4用9015（I_{CM} ＝-0.1A，P_{CM} ＝310mW）或3CG21型硅PNP小功率三极管，要求β ＞50。VD1用1N4148型硅开关二极管，VD2、VD3用BT-204型（φ5mm）普通红色发光二极管。

RP用WH7-A型立式微调电位器。R1～R4一律用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CD11-10V型电解电容器。B用YD58-1型（8Ω、0.25W）动圈式扬声器。G用两节5号干电池串联（需配套塑料电池盒）而成，电压3V。

4.8.3 制作与使用

游戏器盒体按图4-25所示的外形图，用五合板或薄木板自行加工制成。盒上竖立面板用色漆或颜料描绘出老虎头图形，也可直接粘贴从画报等上面剪裁下来的老虎头图案。“虎口”用强力胶粘贴铜（或铁）片作为电极d。另用较粗的铜丝（或镀锌铁丝）弯制带支架的小圆环a、b、c，并固定在游戏器盒面板上，要求三个环的圆心、“虎口”电极d的中心应保持同轴。小圆环的直径决定游戏时的难易程度，应根据游戏者年龄大小在10～20mm选择。圆环直径愈小，游戏难度就越大；反之，则正好相反。“金属剑”可用自行车辐条钢丝或不锈钢片加工制作，并给它配上合适的木制手柄和一定长度的塑料软电线。

如图4-27所示为“虎口拔牙”游戏器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为50mm×35mm。焊接时电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A1、A2内部CMOS集成电路。焊接好的电路板连同扬声器B，电池G全部装在已制成的游戏器底座盒内。“老虎”的眼睛部位开孔嵌入发光二极管VD2、VD3，电路板上引出的两根触发引线，分别接金属小圆环a～c和“虎口”电极d。扬声器B在安装前，应事先在底座盒面板上开出释音孔。“金属剑”的引线头通过在底座盒侧面开出的小孔，与盒内电路板相接。

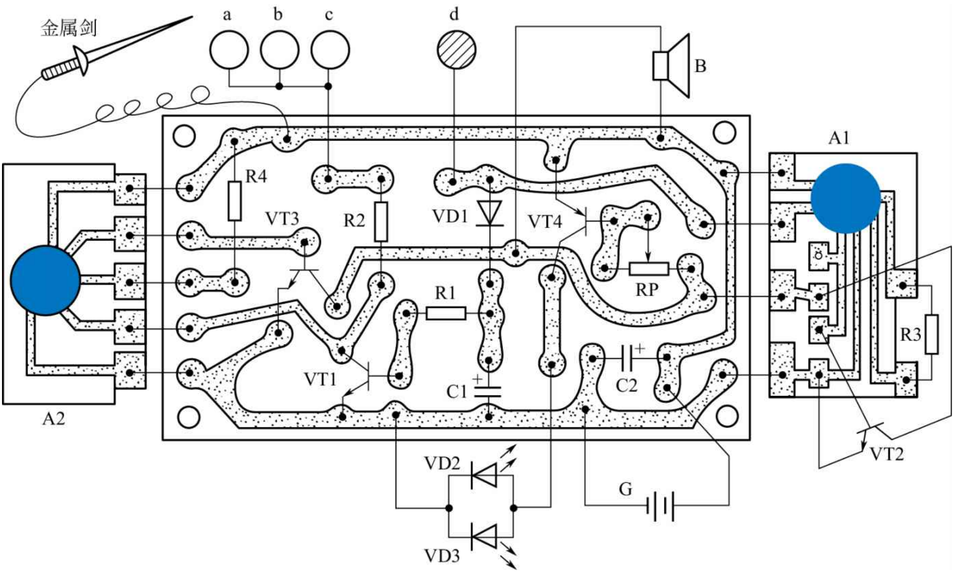


图4-27 “虎口拔牙”游戏器印制电路板接线图

整个电路平时耗电甚微，实测静态总电流＜5μA，故电路不必设电源开关。电路调试很简单：用“金属剑”去碰触小圆环a～c或电极d，使扬声器B发声，先由大往小缓慢调节电位器RP的阻值，使晶体三极管VT4的集电极电流最大不超过30mA；然后，分别听音乐声和“老虎”叫声是否悦耳、逼真，如不满意，可分别通过改变对应外接振荡电阻器（R3或R4）阻值来加以调节。R3取值范围一般在47～82kΩ，R4取值范围一般在820kΩ～1.2MΩ。

制作成的“虎口拔牙”游戏器，既可以单人玩，也可以多人或多组人共同玩，比一比到底谁先能够“虎口拔牙”成功，即让“老虎”唱歌，或者让“老虎”唱歌的次数最多。

4.9 能学舌的“鹦鹉”

鹦鹉以擅长学舌而惹人喜爱。然而，除了在电影或电视中能见到外，一般人难得见到鹦鹉学舌。市面上有电动玩具“鹦鹉”出售，制作精美，能完成展翅、眨眼、张嘴等动作，可谓以假乱真，但美中不足的是它不能学舌。将下面介绍的电路装入这种“鹦鹉”腹内，便能弥补其不足。

4.9.1 工作原理

能学舌的“鹦鹉”电路如图4-28所示，它主要采用了一块声控智能录放模板A（型号WG01）。其基本原理是：利用固体录音技术实现录音、放音的自动循环，以此模拟出鹦鹉学舌。换言之，人说一句或一段话，电路便重复同样的话，交替循环。

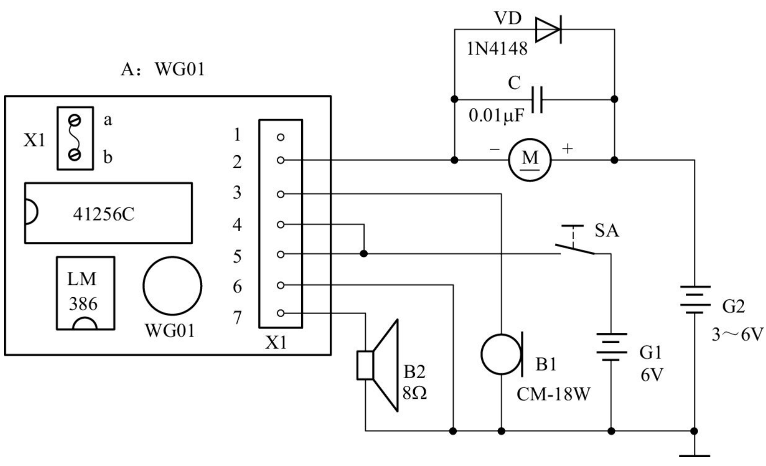


图4-28 能学舌的“鹦鹉”电路图

声控智能录放模板A由语音芯片（黑胶软封装）、动态随机存储器（DRAM）41256C、小功率功放集成电路LM386、接线板X1和X2以及一些外围阻容元件组成。闭合电源开关SA，A模板通电进入静态守候工作状态。这时，嘴对着驻极体话筒B1讲话，A即自动录入所讲的语音。随后，A通过扬声器B2自动播放出所录语音，实现“鹦鹉”学舌；与此同时，A的第2脚输出低电平，驱动小电动机M随学舌声运转，牵动“鹦鹉”完成展翅、眨眼、张嘴等动作。只要不断开电源开关SA，这种自动录、放语音过程可无限次循环下去，从而实现人讲一句，“鹦鹉”学说一句，并且动作一次。由于A模板输出的录音信号已经进行过变音处理，所以“鹦鹉”说话的声调自然与人说话有所区别，显得那样调皮和滑稽有趣。

电路中，VD为声控智能录放模板A上面开关三极管保护二极管，它能将小电动机M绕组在断电瞬间产生的自感电动势短路掉，避免这个自感电动势与G2电压叠加后击穿开关三极管。电容器C主要用于消除小电动机M运转时产生的电火花干扰信号，防止对语音电路造成严重干扰。另外，语音电路和电动电路的用电分别由电池G1、G2提供，可有效避免相互间发生的各种干扰。

4.9.2　元器件选择

A选用WG01型声控智能录放电路板，它具有噪声小、灵敏度高、电动机驱动能力强、价格低等特点，是业余电子爱好者制作各种智能电子玩具的理想选择。WG01的工作电压（指G1）为直流6V或9V。当接线板X1的a、b两点短接时，电路采用6V电源供电；a、b间接入一个稳定电压为3V的稳压二极管时，则电路应采用9V电源供电。采用9V电源供电时，扬

声器B2发声相对于6V电源供电时要响亮一些。本制作采用6V电源供电，声响已足够，所以a、b间直接用导线接通。

VD用1N4148型硅开关二极管。C用CL11-63V型涤纶电容器。

B1用收录机里常用的小型驻极体话筒，如CM-18W、CRZ2-9型等，其引脚识别与性能检测方法参见本书前面图1-36及相关文字介绍；B2用8Ω、0.25W小口径动圈式扬声器。

SA用1×1小型拨动开关。G1用四节5号干电池串联（配套塑料电池架）而成，电压6V。电池G2和小电动机M是市售电动玩具“鹦鹉”本身已经安装好的动力电动机及其电源，不必另外再选配。

4.9.3　制作与使用

由于采用了专门的声控智能录放电路模板A，所以电路接线十分简单。按照图4-28所示，在A成品模板上寻找到接线板X2，通过它上面的1～7号焊点正确接入电源开关SA、晶体二极管VD、电容器C、小电动机M、驻极体话筒B1和扬声器B2、电池G1和G2等元器件；然后，将电路装入市售电动玩具“鹦鹉”体内，并在适当部位为驻极体话筒B1开出受音孔、为扬声器B2开出释音孔、为电源开关SA开出操作孔，就可使“鹦鹉”能说会动了。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A模板上CMOS集成电路。

如果“鹦鹉”体内不便于安装，可按照图4-29所示将电路单独装入一体积合适的塑料小盒内，并作为“鹦鹉”站立支架的底座，既稳当、又美

观。

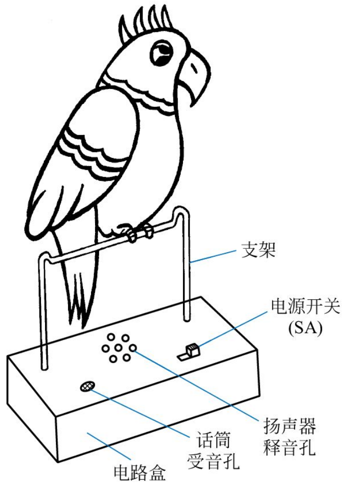


图4-29　能学舌的“鹦鹉”外形图

把制作成的“鹦鹉”置于客厅等经常有人休息、娱乐的场所。闭合电源开关SA，人逗“鹦鹉”一句，它学一句，人讲几句，它也说几句，而且一字不差，十分有趣。

4.10　变音调频无线话筒

这里介绍的无线话筒除了具有一般话筒的功能外，还具有变声功能，它使人难以听出说话或唱歌者的男女老少之别，或仿佛聆听到发声奇特的“太空人”声音。无论是演唱卡拉OK，还是表演滑稽节目等，使用这种变音话筒都会产生意想不到的效果，给大家带来无穷的乐趣。

4.10.1　工作原理

变音调频无线话筒的电路如图4-30所示。它由“声-电”转换、变音处理、调频无线电发射三大部分电路组成。

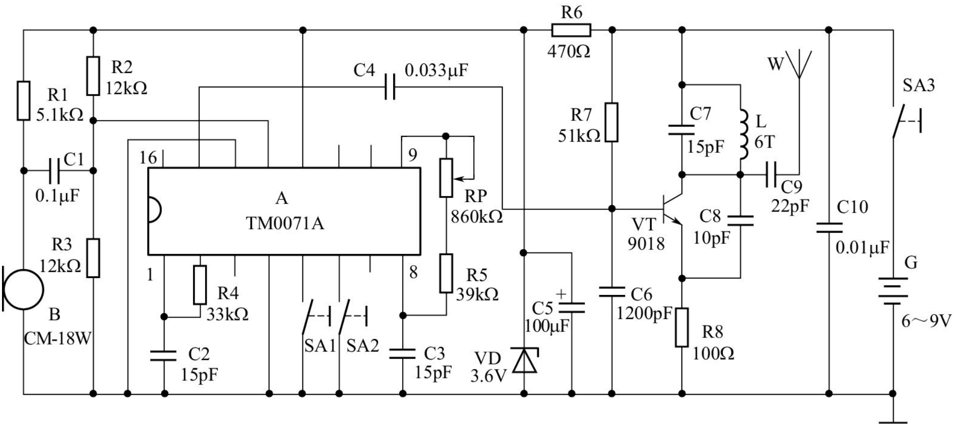


图4-30　变音调频无线话筒电路图

变音集成电路A（型号TM007lA）是一种新型单片CMOS大规模语音处理集成电路，它采用双列直插式16脚封装，其引脚排列及内部功能框图如图4-31所示。TM0071A的各引脚功能如下：第1、2脚为写（采样）振荡器外接晶振或RC阻容元件端；第3脚为外接按键触发输入端，每按键一次输出音调改变一次，每按四次为一重复周期，重复顺序是高音I、高音II、低音和正常音；第4脚为调音方式选择输入端，当SEL＝V_{SS}时，用电位器改变音调，当SEL＝V_{DD}或悬空时，用按钮改变音调；第5脚悬空为正常音，接地为变音；第6脚悬空为非机器人声，接地为机器人声音；第7脚仅供测试用；第8、9脚为读振荡器外接晶振或RC阻容元件端；第10脚为外接比较器时数据输出端；第11脚在外接比较器时必须接地；第12脚为V_{DD}（电源正极）端；第13脚为音频信号输入端，有外接比较器时应接高

电平或低电平；第14脚为V_{SS} （接地）端；第15脚为音频信号输出端；第16脚为A/D信号输出端（仅用于外接比较器）。

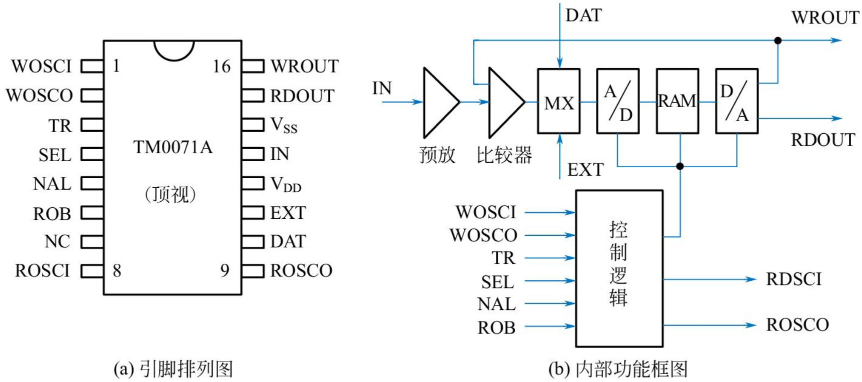


图4-31　TM0071A型变音集成电路

当对着话筒B讲话或唱歌时，声音被驻极体话筒B拾取后转换成相应的电信号，经耦合电容器C1送至变音集成电路A的输入端第13脚。A内部具有A/D（模拟量/数字化量）和D/A（数字化量/模拟量）双重转换功能，它首先将输入的音频信号放大、取样后变为数字信号，然后存入RAM（存储器）。与此同时，逻辑控制电路依据外部指令的属性产生各种不同的逻辑对RAM进行不同形式的编码，既可大范围地提高或降低原始声音信号的频率，又可大范围地提高或降低原始声音信号的输出（读出）速度，这样再经D/A电路转换成模拟声音信号后，从其第15脚输出原语音信号或多种变调语音信号。变音集成电路A的具体输出信号由功能转换开关SA1、SA2分别控制第5脚和第6脚电位来实现，其中SA1为“常音-变音”功能转换开关，SA2为“非机器人声-机器人声”功能转换开关。当SA1打开时，变音集成电路A输出正常声音信号；当SA1闭合、SA2打开时，变音集

成电路A输出一般变调声信号；当SA1、SA2均闭合时，变音集成电路A输出机器人（也称“太空人”）声变调信号。变音调的具体效果通过调节变音集成电路A的第8、9脚间电位器RP阻值来实现。

晶体管VT及外围元件组成共基极电容三点式高频振荡器，其工作频率主要由电容器C7、线圈L决定：改变电容器C7容量或调整线圈L的匝间距离时，均可改变工作频率。由变音集成电路A的第15脚输出的变音信号经电容器C4耦合到晶体三极管VT的基极，使基极与集电极间的结电容Cbc随音频电压信号不断变化，导致振荡频率的改变达到调频目的。经过调制的载频信号通过天线W向空中发射出去，可供100m（G＝9V）范围内的调频接收装置接收并放音。

电路中，R1为驻极体话筒B的负载电阻器，同时还向话筒提供合适的工作电流。R2、R3为变音集成电路A内部音频放大器的偏置电阻器；电阻器R4、电容器C2为变音集成电路A内部写振荡器回路的选频元件，其谐振频率约为800kHz。电阻器R6、稳压二极管VD构成简易稳压电路，以向变音集成电路A提供合适的约3.6V直流工作电压。C6是晶体三极管VT基极的接地电容器；C8是晶体三极管VT的正反馈电容器；C10为高频旁路电容器，用来消除电池G的交流内阻。

4.10.2　元器件选择

A选用TM0071A型变音集成电路，其工作电压范围为3～5V，工作电流8mA左右，最大消耗电流不超过10mA；工作温度范围0～50℃。第13脚输入音频信号须在0.5～2V，典型值为1.5V；第15脚输出信号幅度为

1.7V左右。另外，各控制端输入电平时，高电平不得超过V_{DD} +0.2V，低电平不应低于-0.2V。TM0071A也可用RTS0071A、KD0071A等同类产品来直接代换。

VT选用9018或3DG142型等超高频、低噪声、小功率硅NPN三极管，要求电流放大系数β >80，f_T ≥800MHz。VD用3.6V、0.25W普通硅稳压二极管，如1N4621、2CW51型等。

RP选用WS-2型有机实芯微调电位器。R1～R8均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C4、C6、C10均用CT1型低频瓷介电容器，C2、C3、C7～C9均用CC1型高频瓷介电容器，C5用CD11-16V型电解电容器。线圈L可用φ 0.51mm漆包线在铅笔杆上平绕6圈，然后脱胎而成。天线W可用600mm长的塑料外皮软导线。

B选用CM-18W型高灵敏度驻极体话筒，其他型号的只要直流阻抗≥6kΩ也可代用。CM-18W型驻极体话筒的引脚识别与性能检测方法，参见本书前面图1-36及相关文字介绍。

SA1～SA3均用CKB-1型（1×2）微型拨动开关。G选用4F22-6V或6F22-9V型叠层干电池，其电压高低直接影响无线话筒的有效发射距离。电压高，发射距离远；反之，电压低，则发射距离近。

4.10.3　制作与使用

如图4-32所示为该无线话筒的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为80mm×38mm。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以

免交流感应电压击穿变音集成电路A内部CMOS电路。

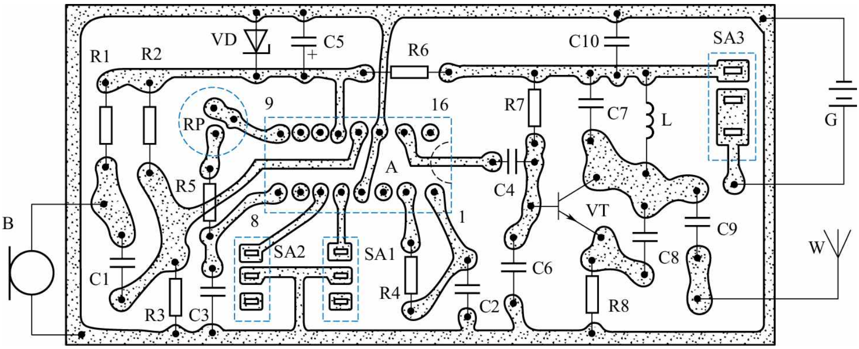


图4-32　变音调频无线话筒印制电路板接线图

焊接好的电路板连同驻极体话筒B、电池G均装在自制的手持式话筒外壳中。话筒手柄适当位置处开孔伸出开关SA1～SA3的拨动杆和微调电位器RP的调节旋钮，并在手柄尾端开孔引出天线W。读者如果利用普通手持式无线话筒来改制变音无线话筒，则会收到事半功倍的效果。

该电路调试比较简单：通过改变线圈L的匝间距离或电容器C7的容量，可使无线话筒发射的中心频率正好落在88～108MHz的调频收音机接收频段内。注意发射频率还要避开当地调频广播或电视伴音工作的中心频率，以免相互发生干扰。调整电阻器R7的阻值（应打开SA1发射正常音），使收听语音清晰、不失真即可；也可通过调节电阻器R7的阻值，使晶体三极管VT的集电极电流在3～8mA。

使用时，根据不同的场合和需要，通过转换SA1和SA2挡位选择好满意的变音类型（如“正常音”“一般变音”“机器人声”等），并通过调节微调电位器RP的阻值选择好适当的变音效果。接收器使用专供接收普通调频

无线话筒发射信号的微型接收器，其输出信号直接送入功率放大器音频输入端，通过功率放大后，推动音箱放音。家庭使用时，也可直接用调频收音机接收放音。使用结束，应随手打开电源开关SA3，以免白白消耗电池电能。

第 5 章

安全防范类制作

本章介绍了10个用于安全防范的实用电子小制作，涉及家庭生活和出行的相关安保，是人们日常生活中得力的“安全卫士”和“保安助手”。这些制作实例是读者在掌握了第1章“手把手教你学制作”入门制作技能后的延伸和提高，可根据需要选择并自行设计具体的制作步骤和流程等，充分发挥个人能动性开展“动手做”。通过制作与使用，能够让读者尽快成为一名运用电子小作品来强化和改善居家生活安全及防范措施的“电子能手”。

- 5.1　水开报知器
- 5.2　煤气炉熄火报警器
- 5.3　幼童“语音身份证”
- 5.4　出门语音提醒器
- 5.5　“楔子”式房门报警器
- 5.6　储藏室门被撬报警器
- 5.7　“一碰即响”的防盗器
- 5.8　防盗“电子狗”
- 5.9　语音报警式密码电子锁
- 5.10　四路无线电传输防盗报警器

5.1　水开报知器

许多人都有过这样的经历：在家中用液化气炉烧开水时，由于同时干别的事情，往往会忘记了及时灌开水，致使水烧开后轻则造成壶水烧干，重则造成壶水沸出扑灭炉火，酿成严重事故。

何不动手制作一台水开报知器呢？有了它，你和家人就不会再为烧开水而感到烦恼，可以放心地去干别的事情；当水烧开时，报知器会自动发出“叮——咚——”声，提醒主人及时采取行动。

5.1.1　工作原理

水开报知器的电路如图5-1所示。晶体二极管VD担任温度传感器，它与微调电位器RP构成了水温探测电路；模拟声集成电路A、晶体三极管VT和扬声器B等构成了音响发生电路。

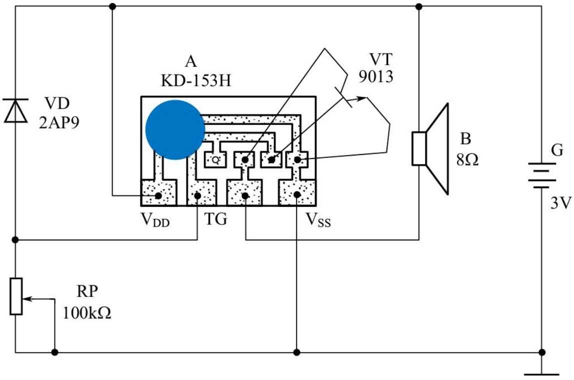


图5-1　水开报知器电路图

VD是锗晶体二极管，我们知道锗二极管的温度特性比较差，当环境温度升高时，PN结的反向电流便急剧增大。这里正是利用PN结的这一特性来作为温度传感器的。VD采取密封处理后置于壶水中，在普通水温下，VD的反向电流较小，等效电阻较大，模拟声集成电路A的触发端TG通过它从电池G的正极获得低电平（$<1/2V_{DD}=1.5V$），A无合适触发电压不工作，扬声器B亦不会发声。随着壶水温度的不断升高，VD的反向电流逐渐增大，等效电阻逐渐减小，A的TG端正向电压不断上升。当壶水沸腾时，VD反向电流达到最大，等效电阻减到最小程度，A的TG端获得高电平（$\geq 1/2V_{DD}=1.5V$），A内部电路受触发工作，所输出模拟声电信号经晶体三极管VT功率放大后，推动B反复发出清脆响亮的“叮——咚——”声，告诉主人水开啦。

电路中，微调电位器RP用来调节水开报警的灵敏度。实际上模拟声集成电路A的触发电平高低，由晶体二极管VD的等效电阻和RP对电池G的分压决定，在RP调定的情况下，VD探测到的温度高低将直接决定A获得的触发电平高低。

5.1.2　元器件选择

模拟声集成电路A选用KD-153H型“叮咚”门铃专用集成电路，也可用外观和引脚功能完全相同的KD-9300系列或HFC1500系列音乐集成电路来代替。KD-153H型集成电路用黑膏封装在一块24mm×12mm的小印制电路板上，并给有插焊外围元器件（主要是功率放大三极管）的孔眼，安装使用很方便。KD-153H的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流<

0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

晶体管VT可用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。VD采用2AP9型锗检波二极管，亦可用3AX31、3AX81型低频三极管的集电结（集电极作为“＋”极，基极作为“-”极，发射极“悬空”不用）来代替，这样制作出的水温探头灵敏度高。

RP可用普通WH7-B或WH124-2型微调电位器，标称电阻值为100kΩ（常标注成104字样）。B用YD57-2型、阻抗是8Ω、额定功率是0.25W的小口径动圈式扬声器。G用两节5号干电池串联（需配塑料电池架）而成，电压为3V。

5.1.3　制作与使用

除水温探头外，其余元器件按照图5-1所示的电路图，以模拟声集成电路A为基板，参照图5-3左边所示，焊装在一个尺寸约为100mm×65mm×25mm的市售塑料香皂盒（或电子门铃专用外壳）内。焊接时应特别注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A芯片内部CMOS集成电路。盒面板为扬声器B开出释音孔，盒顶部开孔固定用铁丝弯制的挂钩，盒底侧开孔用长约1m的双股塑料外皮软电线引出水温探头。

水温探头按照图5-2所示自制：找一段尺寸约为φ　8mm×70mm的铁管（或铜管），将其一端用铁片和无铅焊锡封死，防止进水。也可用罐头盒上的马口铁片卷制，最后用焊锡将卷缝和底盖焊好。将晶体二极管VD

接在从电路盒内引出的双股塑料外皮软电线头上，并置入铁管内。为了防止焊反VD的“＋”“-”两个电极，引线最好采用不同颜色的塑料导线。为了防止两根引线在焊点处短路或与铁管内壁相碰，可套上电工常用的绝缘套管，并用绝缘漆封固。铁管另一端装上木柄，既隔热，又便于使用。

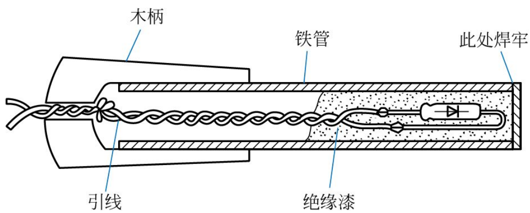


图5-2　水温探头的制作

电路调试很简单：首先，将电路盒内的微调电位器RP调至阻值最小位置，并接通电源，此时扬声器B不发声；然后，将水温探头插入壶嘴里，在壶水烧沸的条件下，保持3～5min（分钟）后，由小往大缓慢调节RP阻值，使扬声器B刚好发声即可。RP调整好以后，最好用火漆封固其动滑片，使电阻值不再随意发生变动。

如果电路在调节或使用时产生自激振荡，可通过在集成电路A的电源端跨接一只22～100μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。如果常温下电路盒一通电便发声不止，说明水温探头内VD的极性接反，只需调换一下电路盒内两根引线头的位置，即可排除故障。

将制成的水开报知器挂在炉边墙体的铁钉上，以备随时烧开水使用。每次烧水时，只要按照图5-3所示将水温探头插进壶嘴里，便可实现水开音响报知；取掉水温探头，报知器即很快停止发声。由于常温下电路

几乎不耗电（实测静态电流 < 10μA），所以电路不设置电源开关。

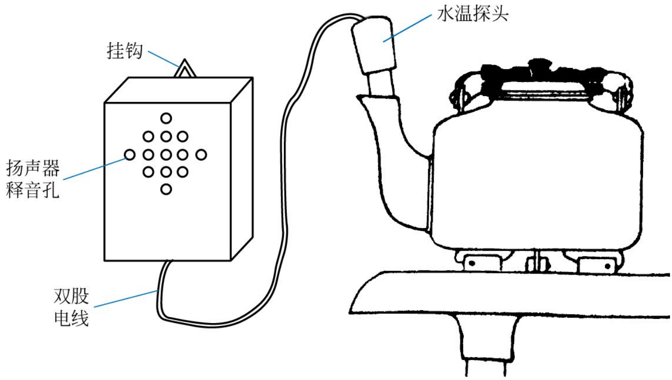


图5-3　水开报知器使用示意图

5.2　煤气炉熄火报警器

消防工作事关千家万户的安危。搞好消防工作，必须每家每户都行动起来。在家庭，现在最大的消防隐患是厨房里的燃气炉。当使用煤气炉或液化气炉烧水做饭时，有时会因开水外溢或风吹而使炉火熄灭，如果不及时发现会造成煤气大量外泄，酿成恶性事故。

为此，我们可动手制作一台既简单、又实用的煤气炉熄火报警器，用以确保家庭安全。这种报警器能够有效监视煤气的燃烧情况，在炉火意外熄灭时，会自动发出响亮的声、光报警信号，提醒人们及时关闭煤气开关或重新点火，从而避免事故的发生。

5.2.1　工作原理

煤气炉熄火报警器的电路如图5-4所示。其核心元器件为一块二输入端四与非门数字集成电路CD4011，其中门I、门II接成非门使用，门III、门IV和电阻器R2、电容器C组成了一个音频多谐振荡器。光电三极管VT1担任光电传感器。门I的输入电平高低由VT1和微调电位器RP对电池G的分压所决定，也就是说在RP调好的情况下，VT1接受光线与否将直接决定门I输入电平的高低。

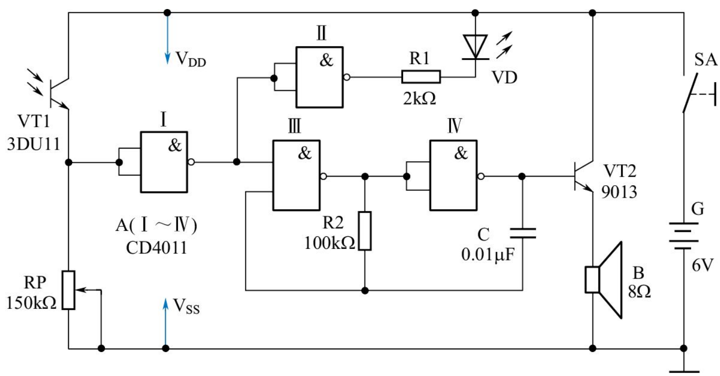


图5-4　煤气炉熄火报警器电路图

闭合电源开关SA，电路通电工作。当煤气正常燃烧时，光电三极管VT1受火焰光照射而呈低电阻状态，此时集成电路A的门I输入端电压＞$1/2V_{DD}$，其输出端处于低电平。该低电平分别“封住”了门II和门III，使发光二极管VD不亮，音响振荡器不工作。

一旦炉火因故（水溢扑灭或火焰小被风刮灭等）熄灭，光电三极管VT1就会失去火焰光照射而内阻大增，集成电路A的门I输入电压＜$1/2V_{DD}$，输出电压由原来低电平转为高电平。该高电平信号一路经门II反相后输出低电平，使发光二极管VD通电发光；另一路加到门III的输入端，使

门III、门IV等组成的音频振荡器起振，所输出音频振荡信号经晶体三极管VT2功率放大后，直接推动扬声器B发出响亮的“嘟……”声来。

电路中，R1是发光二极管VD的限流电阻器；R2和C分别为振荡电阻器与电容器。门III、门IV组成的多谐振荡器，其工作频率（即扬声器B的发声音调）由公式f＝1/（2.2R2C）决定，按图中所给出的数值计算得到的f为454.5Hz。

5.2.2　元器件选择

A选用CD4011型二输入端四与非门数字集成电路，它采用双列直插形式封装，共有14个引脚，其引脚排列参见本书前面图3-27所示。该集成块也可用CC4011或MC14011型数字电路直接进行代换。

VT1选用3DU11或3DU12、3DU21型硅光电三极管，也可用普通光敏电阻器来代替；VT2选用9013（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝625mW）或3DG12、3DX201型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β＞150。VD最好选用φ 5mm的高亮度红色发光二极管。

RP可用WH7-A型立式微调电位器，标称电阻值为150　kΩ（常标注成154字样）。R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器，标称阻值分别为2kΩ和100kΩ。C用CT1型瓷介电容器，标称容量为0.01μF。

B用φ　57mm以内、阻抗是8Ω、额定功率是0.25W的小口径动圈式扬声器。SA可用CKB-1型单刀双掷（本制作仅用其中一刀一掷）拨动开

关。G用四节5号干电池串联（需配上塑料电池架）而成，电压6V。

5.2.3　制作与使用

如图5-5所示是该煤气炉熄火报警器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸为40mm×25mm。印制电路板可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，以省去加工专用印制电路板的麻烦。焊接时注意：电烙铁外壳要良好接地，也可拔掉电源插头用电烙铁余热焊接，以免交流感应电压通过电烙铁头引入电路，造成集成电路A内部CMOS电路的击穿损坏。

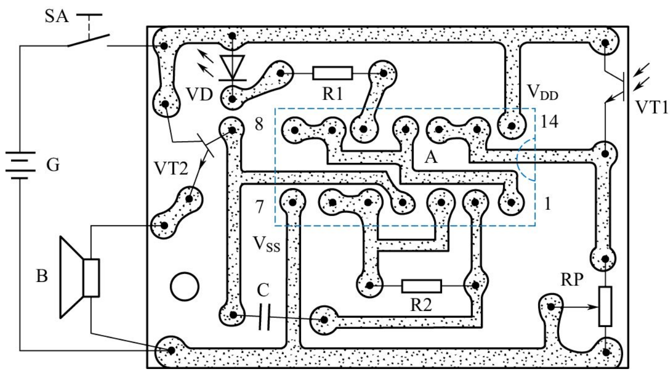


图5-5　煤气炉熄火报警器印制电路板接线图

焊接好的电路板安装在如图5-6所示的绝缘小盒（如塑料香皂盒）内。盒面板开孔固定电源开关SA，并为发光二极管VD开出安装孔，为扬声器B开出释音孔；盒侧面开孔安装光电三极管VT1，并加装上尺寸约为ϕ8mm×30mm的黑色硬塑料管，作为VT1的避光罩，以有效防止外界其他光线对VT1造成干扰。

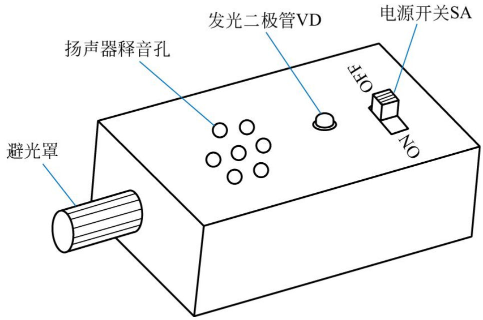


图5-6　煤气炉熄火报警器外形图

装配完毕，检查无误，就可通电调试。一般在无火光照射的室内环境下，用小螺丝刀缓慢调节微调电位器RP的电阻值，使扬声器B刚好发声即可。如对扬声器发声音调不满意，可通过适当改变电阻器R2的阻值或电容器C的容量来加以调整，直到满意为止。

使用时，将光电三极管VT1对准炉火，相距30cm左右，并合上电源开关SA，此时电路进入炉火监视状态。一旦炉火自行熄灭，报警器便会立即发出声、光两种报警信号。每次点炉火烧水做饭前，为了避免报警器非报警发声，应先点着炉火，然后再闭合报警器的电源开关SA；关闭炉火前，应先关掉报警器的电源开关SA，再关掉煤气阀门即可。

5.3　幼童“语音身份证”

节假日里携妻带子逛商场、游公园时，不妨给小孩戴上自制的“语音身份证”。这种“语音身份证”外观像一个胸挂式电子表，电路内记录有小孩的名字、家庭住址、联系电话等语音资料；一旦小孩走失，好心人或民警

只要按动“语音身份证”上的按键，便能获知里面的语音信息，尽快帮助小孩回家。

5.3.1　工作原理

幼童“语音身份证”的电路如图5-7所示，其核心器件是一块新型“傻瓜”式语音录放模块A。这种模块采用先进的多电平直接模拟闪速存储技术，可获得高质量的录音，并且断电后信息不丢失。由于采用独特的双向模拟I/O语音转录技术，扬声器和话筒“合二为一”，使用极为简单、方便。

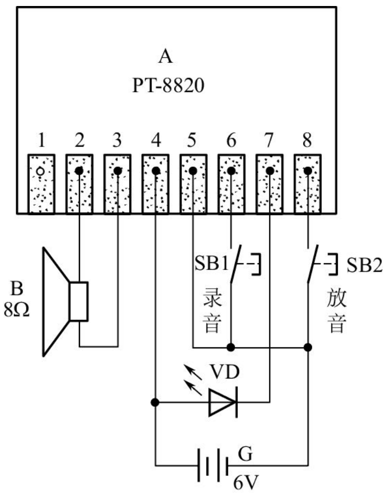


图5-7　幼童“语音身份证”电路图

当按下录音开关SB1的按键不松手时，语音录放模块A的第6脚获得低电平触发信号，发光二极管VD点亮，表示电路进入录音状态。这时，嘴对着扬声器B讲话，A即自动录入有关语音信息。手松开SB1按键后，VD熄

灭，录音结束。本电路最多可录入20s的语音，如果录音超过20s，则VD自动熄灭，表示语音录满。如对录音不满意，可以重新录制。录音完毕，电路自动进入待放音状态。

每当按动放音开关SB2的按键时，语音录放模块A的第8脚获得负脉冲触发信号，A即从第2、3脚输出一遍内储的语音电信号，并直接启动扬声器B还原出录音声。

5.3.2　元器件选择

A选用PT-8820型“傻瓜”式语音录放模块，其语音芯片和元件分别采用软封装和贴片工艺制作在一块尺寸为22mm×18mm的印制板上，引脚既可直接进行焊接，也可采用相应标准尺寸插座进行插连。该模块典型工作电压为5V（最大7V），静态电流≤1μA，工作电流约25mA；录音时间为20s，录入信息能保存100年，可重复录音达10万次（典型值）。PT-8820也可用同类产品BA9902直接代换，其内部电路功能框图和详细性能、特点等，可参见本书前面图2-15及其相关文字部分介绍。

VD选用φ　3mm普通红色发光二极管。SB1、SB2均用6mm×6mm小型轻触式按键开关。B宜用φ 27mm×9mm、8Ω、0.1W超薄微型动圈式扬声器，以减小体积，方便安装。G用4粒SR44或G13-A型扣式氧化银微型电池串联而成，电压6V。因整个装置平时耗电甚微（实测静态电流小于1μA），故无须设置电源开关。

5.3.3　制作与使用

全部电路按照图5-7所示的电路接线，焊装在如图5-8所示的尺寸仅为42mm×30mm×15mm的塑料小盒内。焊接时电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS电路！盒面板为扬声器B开出释音孔；盒顶侧开孔伸出放音开关SB2的按键帽，并打孔穿上一根长约0.6m的尼龙绳环，作为小孩脖子上挂“语音身份证”的套绳。为防止使用中误抹掉语音录放模块A所录入的语音信息，录音开关SB1及录音发光二极管VD均不在外壳上打孔安装，直接将其焊固在盒内部即可；如果录完音后，肯定以后不需要经常改动语音信息，可干脆拆掉SB1及VD不用。最后，在电路盒上书写“语音身份证”等字样，装配即告结束。

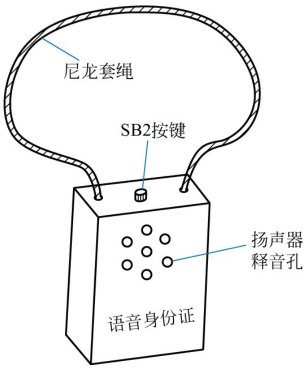


图5-8　幼童“语音身份证”外形图

组装成的幼童“语音身份证”，无须对电路做任何调试，只要录入相关语音信息，便可投入使用。录音内容以小孩的名字、家庭住址、父母姓名、联系电话或手机号码等为主，此外还应录入一段感激或酬谢帮助者的话语。这样，当丢失的幼童被好心人或民警“拾”到时，只要按动“语音身份证”上的按键，就会立即听到里面播放出的有关录音，从而使小孩能够被

很快送到父母身边。

此装置不仅适宜幼童，亦可作为聋哑残疾人、精神病等患者以及宠物"语音身份证"。

5.4　出门语音提醒器

本装置适合在家庭或宾馆、旅店的房门背面安装使用。当主人或住客开门外出时，它会自动发出"请带好钥匙，关好水电、煤气开关"提醒语，具有较高的使用价值和安保作用。

5.4.1　工作原理

出门语音提醒器的电路如图5-9所示，它由振荡型触摸开关电路、声源发生电路和音频功率放大电路等几部分组成。

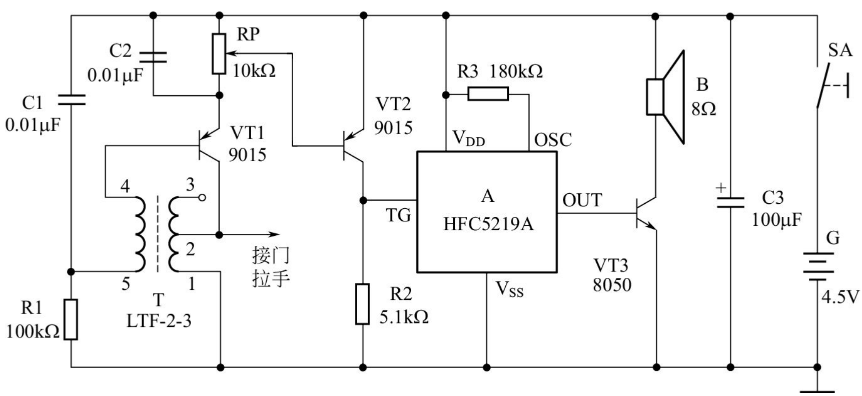


图5-9　出门语音提醒器电路图

平时，由晶体三极管VT1、振荡线圈T等组成的变压器反馈式振荡电路工作正常，微调电位器RP向晶体三极管VT2发射结提供的偏压小于0.65V，VT2处于截止状态，与VT2集电极相接的语音集成电路A的触发端TG处于低电平，A因得不到高电平触发信号而不工作，功率放大三极管VT3截止，扬声器B无声。

一旦人手碰到金属门拉手时，人体通过门拉手及其引线接晶体三极管VT1的集电极，相当于给振荡电路施加上了一个很重的负载，于是晶体三极管VT1停振，并导致其发射极电流增大，微调电位器RP向VT2发射结提供的偏压随之大于0.65V，VT2获得合适偏流而导通，语音集成电路A因触发端TG获得高电平触发信号而工作，其输出端OUT输出内储语音电信号，经晶体三极管VT3功率放大后，推动扬声器B发出响亮的"请带好钥匙，关好水电、煤气开关"女中音提醒语。人手离开金属门拉手后，晶体三极管VT1恢复振荡、VT2重新截止，扬声器B最多只发出一遍语音声即停止。

电路中，电阻器R1的阻值取得比较大，既利于降低静态时晶体三极管VT1的工作电流，又利于VT1受到人体作用后很容易停止荡振，从而提高触摸开关的工作灵敏度。这种依靠本身振荡信号工作的触摸开关电路，与以往我们常见的采用人体感应信号（主要来自周围220V交流电）触发的触摸开关电路相比较，具有构思巧妙、工作性能不受使用环境中感应信号强弱的影响等特点，具有普遍推广价值。R3为语音集成电路A的外接振荡电阻器，其阻值大小直接影响语音的速度和音调。C3为退耦电容器，它能有效地消除电池电能快用尽时，电池内阻增大而给电路带来的不良影响，可有效避免扬声器B发声产生畸变（严重时会产生寄生振荡，无法正常发

出语音声），相对延长电池的使用寿命。实践证明，C3是不可以省掉的。

5.4.2　元器件选择

A选用HFC5219A型语音提醒专用集成电路。该电路采用黑胶封装形式制作在尺寸约为20mm×14mm的小印制电路板上（俗称软包封装），使用很方便。HFC5219A的主要参数：工作电压范围2.4～5V，典型值为4.5V；触发电压≥1/2V_{DD}，正脉冲和高电平均有效，触发端允许输入电压范围(V_{SS}-0.3)～(V_{DD}+0.3)V；音频输出电流最大可达1mA，静态总耗电≤1μA；使用温度范围-10～60℃。

晶体管VT1、VT2均用9015型（集电极最大允许电流I_{CM}=-0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）小型塑封硅PNP小功率三极管，要求电流放大系数β>150；VT3用8050型（I_{CM}=1.5A，P_{CM}=1W）小型塑封硅NPN中功率三极管，要求β>100；也可用普通9013型（I_{CM}=0.5A，P_{CM}=625mW）小型塑封硅NPN晶体三极管来代替，但效果稍差一些。

T选用超外差式中波晶体管收音机里常用的LTF-2-3型振荡线圈，其实物外形（尺寸10mm×10mm×14mm）和底脚排列识别如图5-10所示。

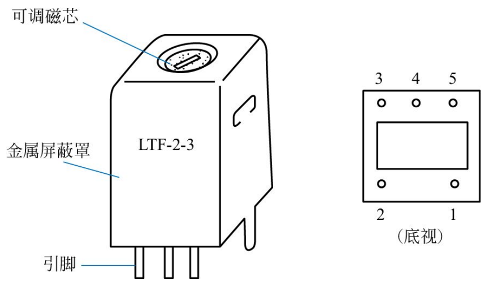


图5-10　LTF-2-3型振荡线圈实物外形和底脚排列

RP可用WH7-A型立式微调电位器，标称阻值为10　kΩ（常标注成103字样）。R1～R3均用RTX-1/8W型碳膜电阻器，标称阻值依次为100kΩ、5.1kΩ和180kΩ。C1、C2用CT1型瓷介电容器，标称容量均为0.01μF；C3用CD11-10V型电解电容器，标称容量为100μF。

B用ϕ　57mm、阻抗8Ω、额定功率≥0.25W的小口径动圈式扬声器。SA可用CKB-1型单刀双掷（本制作仅用其中一刀一掷）拨动开关。G用三节5号干电池串联（配带塑料电池架）而成，电压4.5V。

5.4.3　制作与使用

如图5-11所示为该出门语音提醒器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为50mm×25mm。印制电路板可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，以省去加工专用印制电路板的麻烦。语音集成电路A通过5根7mm长的铜丝直接插焊在电路板对应数标孔内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，或者拔去电烙铁的电源插头利用余热快速焊接，以免交流感应电压击穿语音集成电路A内部

CMOS电路。

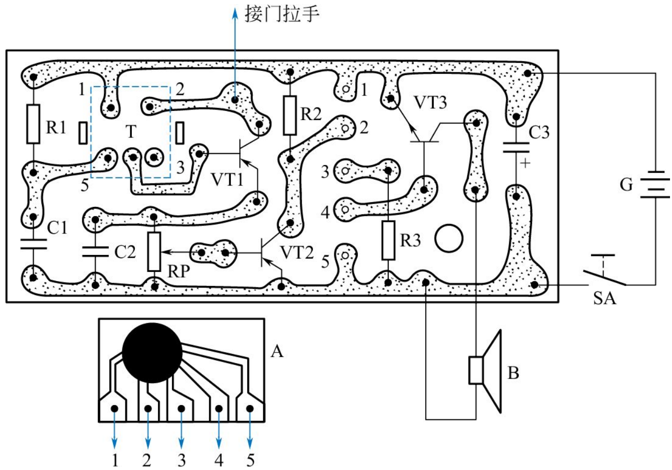


图5-11　出门语音提醒器印制电路板接线图

焊接好的印制电路板连同扬声器B、电源开关SA和电池G等，全部装入尺寸约为110mm×64mm×30mm的塑料小盒（可用体积合适的电子门铃外壳或塑料香皂盒）内，其外形如图5-12所示。盒面板事先为扬声器B开出释音孔，并开孔固定好电源开关SA；盒顶部开孔固定用铁丝弯制的挂钩；盒底侧面开一小孔，从电路板上晶体三极管VT1的集电极端焊引出一根0.5m长的软导线，以便连接金属门拉手。

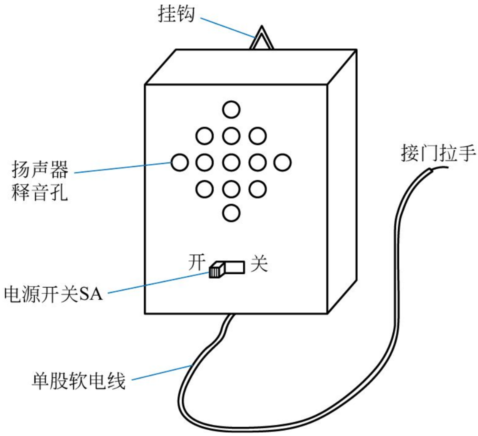


图5-12　出门语音提醒器外形图

电路调试很简单：在晶体三极管VT1起振（用手摸门拉手接线时，VT1发射极电位会下降1V左右）的条件下，由小往大缓慢改变微调电位器RP的阻值，使提供给晶体三极管VT2发射结的电压跟随变化，直至扬声器B处于临界发声状态即可。如嫌语音提醒声速度或音调不理想，可通过适当改变电阻器R3的阻值来加以调整。R3阻值大，语音声速慢低沉，为男声；反之，则速快高尖，为女声。R3取值范围一般为150～330kΩ。

制作成的出门语音提醒器，可悬挂在非铁制房门门扇的背面；从盒内引出来的软导线直接接在房门背面的金属拉手上，以便人离开房间开门时自动触发提醒器可靠发声。本装置工作稳定可靠、抗干扰性能强，并且十分省电（实测静态总电流＜0.2mA）；每换一次新干电池，一般可连续使用半年多时间。

5.5　“楔子”式房门报警器

节假日期间，许多人都安排了出门旅游。如果携带自己亲手制作的具有“楔子”功能的房门报警器，在每次睡觉前安放在房间门扇旁边，不但能有效阻挡任何开门的企图，还会发出响亮的报警声。

此“楔子”式房门报警器集房门“楔子”和电子报警器功能于一体，它构思巧妙，制作容易，性价比高。可以毫不夸张地说，有了这种新颖实用的“楔子”式房门报警器，不论外出旅游、出差或在家里，睡觉时使用了它，谁也进不来你的房间，用它对付“不速之客”非常有效，可令你高枕无忧。

5.5.1　工作原理

“楔子”式房门报警器的电路如图5-13所示，它由模拟警笛声音响发生器和推门“楔子”触动的电源开关两部分组成。

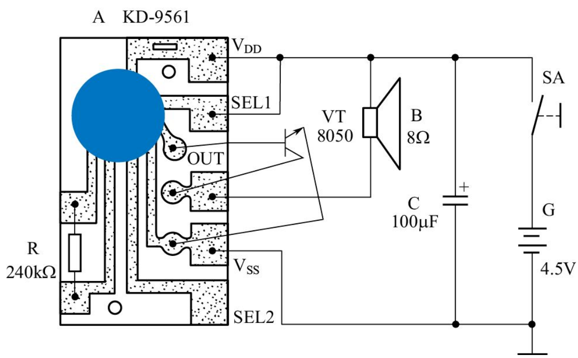


图5-13　“楔子”式房门报警器电路图

平时，自锁式按钮开关SA处于断开状态，由模拟声集成电路A及其外围元器件构成的音响发生器无电不工作；一旦房门被人推动，门扇的底

边就会挤压“楔子”，进而“楔子”挤压自锁式按钮开关SA，使其闭合接通电路电源，于是模拟声集成电路A的输出端OUT输出内储模拟警笛声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B发出响亮的“呜喔——呜喔——”警报声。当电源电压为4.5V时，实测扬声器B获得的功率大于500mW。

电路中，R是模拟声集成电路A的外接振荡电阻器，改变其阻值可以调节警报声的速率。C为滤波电容器，主要用来减小电池G的交流内电阻，防止电池电能快用完、内电阻显著增大时电路产生寄生振荡，并确保扬声器B获得足够的音响功率。

5.5.2　元器件选择

A选用KD-9561型四声模拟声集成电路。该集成电路采用软包封装形式，芯片尺寸为32.5mm×10mm。其中SEL1和SEL2是两个选声端，按图5-13所示接法产生模拟警笛声电信号；如将SEL1改接在V_{SS} 端，则产生模拟救护车电笛声信号；如将SEL1悬空、SEL2接V_{DD} 端，则产生模拟机枪声信号；如将SEL1、SEL2都悬空，则产生模拟消防车电笛声信号。KD-9561也可用外形、功能完全一致的同类产品RM9561、SC9561、CK9561等来直接代换。

VT最好选用8050型（集电极最大允许电流I_{CM} ＝1.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝1W）小型塑料封装的硅NPN晶体三极管，要求电流放大系数β ＞100；也可以用普通的9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）型硅NPN三极管来代替，

但效果要差一些。R用RTX-1/8W型、标称阻值是240kΩ的碳膜电阻器。C用CD11-10V型、标称容量是100μF的电解电容器。B用YD58-1型（口径φ58mm、标称阻抗8Ω、额定功率0.5W）小口径动圈式扬声器。SA采用具有自锁功能的小型按钮式开关。G用三节5号干电池串联（配上塑料电池架）而成，电压4.5V。

5.5.3　制作与使用

“楔子”式房门报警器参照图5-14所示组装。全部元器件以模拟声集成电路A的芯片为基板，以扬声器B和电池架等较大固定器件为支架，按图5-13所示电路正确焊装在尺寸约为100mm×60mm×20mm的绝缘小盒内（可用合适的塑料香皂盒或普通电子门铃外壳来直接代替）。盒子面板为扬声器B开出释音孔，并开孔安装自锁式按钮开关SA。焊接时电烙铁外壳要良好接地，并注意点焊时间不要超过2s，以免损坏模拟声集成电路A。

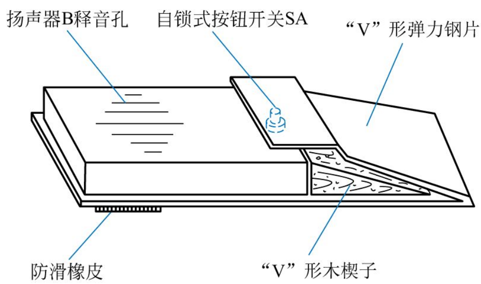


图5-14　“楔子”式房门报警器外形图

“楔子”需自行加工制作：取尺寸约为250mm×60mm×1mm的钢片，在其长度的1/3处弯成一头长一头短的“V”形，长的一边按图5-14所示

固定报警器盒，短的一边弯成报警器盒子面板自锁式按钮开关SA的按动片。为使“V”形弹力钢片不被推动的门扇挤压变形，同时也使“楔子”能够有足够的强度阻挡房门被打开，应在“V”形弹力钢片的中间固定上用硬木料或塑料加工成的“V”形楔子。为避免“楔子”在地板上打滑，可在紧贴地面的钢片上用强力胶粘上小块防滑橡皮。制成的“楔子”，要求平时弹力钢片对自锁式按钮开关SA不施加任何压力，当门扇挤压到“V”形弹力钢片上时（如图5-15所示），弹力钢片能够可靠地“压”通自锁式按钮开关SA即可。

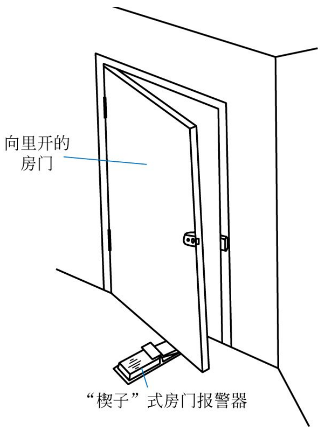


图5-15 “楔子”式房门报警器使用示意图

装配成的“楔子”式房门报警器，只要元器件质量有保证，焊接无误，电路不需任何调试便可投入使用。如嫌模拟警笛声节奏太快（或太慢），可通过适当增大（或减小）电阻器R的阻值来加以调节。R的取值范围一般在200～360kΩ。

实际使用时，可按照图5-15所示，将“楔子”式房门报警器安放在需

要警戒的向里开的房门旁。这样，当有“不速之客”弄开门锁欲推门而入时，随着门扇的稍一错开，“楔子”便紧死门扇，使其无法打开；同时，报警盒会发出尖锐响亮的模拟警笛声，令作案者惊吓逃跑。这时，只有主人关闭好房门，并隔着钢片按动一下自锁式按钮开关SA，使其解锁断电，才会停止报警声。

顺便指出，该“楔子”式房门报警器在医院病房、学校宿舍等容易发生偷盗的场所推广使用，效果同样不错。

5.6　储藏室门被撬报警器

许多居住单元楼的家庭在楼下都有一个杂物储藏室，晚上大都用来存放自行车、摩托车等贵重物，成为窃贼经常光顾作案的场所。这里介绍的储藏室门被撬报警器是笔者专为此而设计的，经一位同事实际安装使用，曾先后两次在漆黑的夜晚成功报警，使盗贼行窃摩托车的阴谋没能得逞。

此报警器成本低，具有较高性价比。一旦小偷撬锁开储藏室门，它便会通过楼上房间内的扬声器发出“叮——咚——”声，呼叫主人下楼去捉小偷。

5.6.1　工作原理

储藏室门被撬报警器的电路如图5-16所示，它实质上是一个振动式防盗报警器。压电陶瓷片B1在这里用作振动传感器，它紧贴房门扇背面固定在门锁附近。模拟声集成电路A和功率放大三极管VT2、扬声器B2等组

成音响报警电路；晶体三极管VT1用于放大压电陶瓷片B1产生的振动电信号，并向模拟声集成电路A提供正脉冲触发信号。

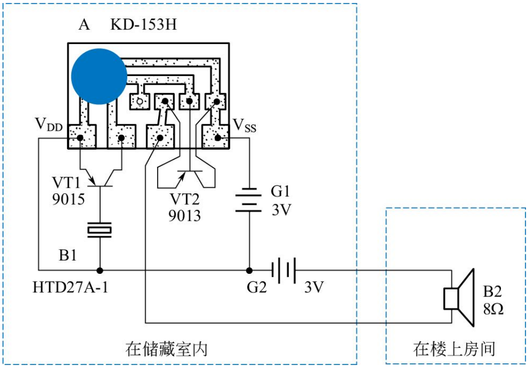


图5-16　储藏室门被撬报警器电路图

平时，晶体三极管VT1、VT2均处于截止状态，模拟声集成电路A不工作，扬声器B2无声，整个电路静态电流仅为3μA左右。一旦窃贼撬锁开门，就会引起门扇背面固定的压电陶瓷片B1产生振动。B1输出一个微弱的电信号，使原来截止的晶体三极管VT1导通，电池G1通过VT1向模拟声集成电路A的触发端提供一个正脉冲信号，使A受触发工作。模拟声集成电路A工作后，其输出端输出内储“叮——咚——”声电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，驱动扬声器B2发出响亮的告警声。模拟声集成电路A每受一次触发，扬声器B2会连续发出三遍“叮——咚——”声，时间约4s。

电路中，晶体三极管VT1未设置偏流电路，目的有两个：一是利用晶体三极管VT1导通需压电陶瓷片B1提供大于0.65V正向电压这一特性，使电路只对强烈的撬锁振动有反应，而对一般外界其他干扰引起的轻微振动无反应，从而降低了报警器的误报率；二是大幅度降低了电路的静态电

流，使电池使用时间大大延长，一般每换一次新干电池，可工作一年多时间。电池G1为模拟声集成电路A提供合适的3V工作电压，G2主要是和G1串联起来，将晶体三极管VT2的工作电压提高到6V，使扬声器B2发声显著增大。

5.6.2　元器件选择

A选用KD-153H型“叮——咚——”门铃专用模拟声集成电路。该集成电路用黑膏封装在一块24mm×12mm的小印制电路板上，并有插焊外围元器件（主要是功率放大三极管）的孔眼，安装使用很方便。KD-153H的主要参数：工作电压范围1.3～5V，典型值为3V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。KD-153H也可用HFC1500系列集成电路中内储“叮——咚——”声的芯片来直接代替。

晶体管VT1用9015（集电极最大允许电流I_{CM} =-0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} =310mW）或9012、3CG21型硅PNP三极管，要求电流放大系数β ＞50；VT2用9013（I_{CM} =0.5A，P_{CM} =625mW）或3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求β ＞100。

B1选用普通HTD27A-1或FT-27型压电陶瓷片，其他型号的也可代用，但片径宜尽可能选得大一些，以提高报警器触发灵敏度。B用ϕ57mm以内、阻抗是8Ω、额定功率≥0.25W的小口径动圈式扬声器。

G1和G2分别用两节5号干电池串联（配套塑料电池架）组成，输出电压各为3V。配套的塑料电池架，既可以是独立的两个3V塑料电池架，

也可以共用一个6V塑料电池架。

5.6.3 制作与使用

由于整个报警器所用元器件很少，所以不必再另行自制印制电路板。焊接时，按照图5-16所示，将晶体三极管VT1和VT2直接焊在模拟声集成电路A的小印制电路板上，然后把它和电池G1、G2一同装入体积约为70mm×60mm×20mm的绝缘小盒内。焊接时应特别注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS电路！压电陶瓷片B1用长约20cm的双股电线引出盒外；扬声器B2用双股软塑电线（长度视楼房距储藏室的远近确定）也引出盒外。扬声器B2可装入一个塑料香皂盒内，并事先在面板开出释音孔，制成漂亮的小音箱。

实际应用时，按照图5-17所示，将压电陶瓷片B1用三颗长约1cm的木螺钉固定（或用强力胶粘固）在紧靠储藏室门扇背面的门锁部位，注意其金属基板面应平贴门扇，并将报警电路盒也固定在门扇背面；扬声器盒则通过双股塑皮导线引至楼上住人房间内。这样，一旦有窃贼撬锁开门，扬声器B2就会发出响亮的“叮——咚——”报警声。如果试验用手敲打门板需较大劲才能触发电路，可对调一下压电陶瓷片B1的两根接线头，则电路触发灵敏度肯定会提高许多。

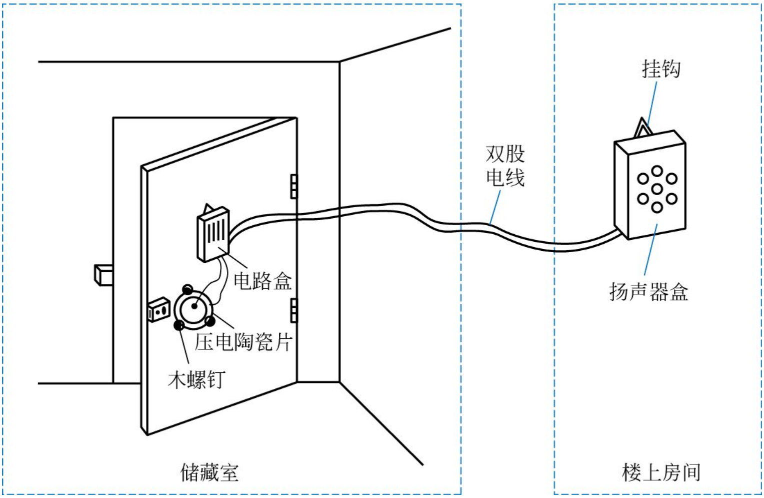


图5-17　储藏室门被撬报警器安装图

5.7　“一碰即响”的防盗器

这里介绍一种“一碰即响”的振动式语音防盗报警器，它适合在玻璃门窗或房门、保险柜门等处安装使用。如遇盗贼敲破玻璃入窗或用暴力砸房门、保险柜时，它便会发出吓破贼胆的“抓贼呀……”喊声来，可有效阻止被盗事件的发生。

5.7.1　工作原理

“一碰即响”的防盗器电路如图5-18所示。它由微型片状振动模块A作传感器，单向晶闸管VS作电子开关，语音电喇叭HA作报警声发生器。

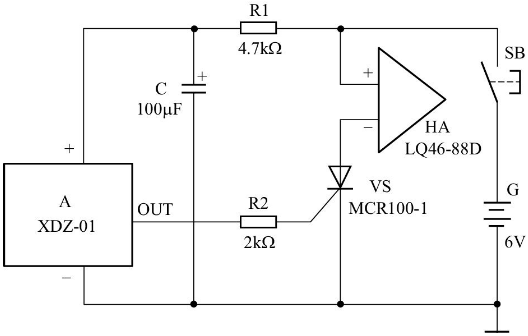


图5-18　“一碰即响”的防盗器电路图

平时，微型片状振动模块A检测不到振动波，其输出端OUT处于低电平，单向晶闸管VS阻断，语音电喇叭HA无电不发声。此时，电路静态电流很小，实测＜0.1mA。一旦不法分子对所保护的门窗或保险柜门进行砸、撬、撞等破坏活动，微型片状振动模块A就会检测到玻璃破碎或房、柜门受撞击时所产生的振动波，经内部电路一系列放大、滤波、整形、延时和电平转换后，从其OUT端输出长十几秒的高电平信号，通过限流电阻R2触发单向晶闸管VS导通，使语音电喇叭HA得电反复发出吓破贼胆的“抓贼呀……”喊声来。这时，只有主人按动一下隐藏在暗处的电源开关SB，方可解除警报声。

电路中，电阻器R1、电容器C构成微型片状振动模块A的简易降压滤波电路，它可消除电路通电瞬间电压冲击所引起的A高电平输出，并使模块处于电流＜0.1mA的低功耗、一触即发状态。

5.7.2　元器件选择

A选用国产微型片状振动模块，型号XDZ-01，其外形尺寸及引脚排列如图5-19所示。模块内部含有放大、滤波整形、积分、延时和电平转换等电路；外部色标端引出线接正电源，中间为输出端，另一端接负电源。模块的黄铜底板能直接检测极其微弱的振动信号，并经内部芯片电路转换成高电平信号从OUT端输出。模块输出的高电平可作为其他器件的控制信号，也可直接驱动小功率晶体三极管或晶闸管。

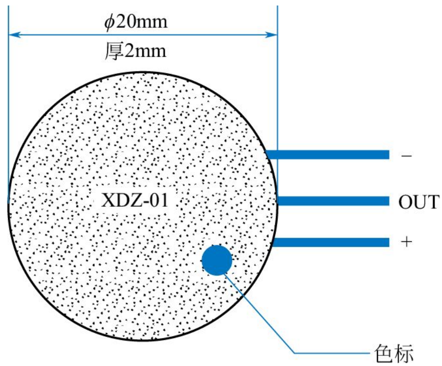


图5-19　XDZ-01微型片状振动模块外形尺寸及引脚排列

XDZ-01模块的突出特点：具有很高的灵敏度，能够检测出极其微弱的振动波；具有较好的抗干扰特性，对外界声响无反应，而对同一物体上的振动却极敏感；具有极强的抗冲击强度，能承受同类传感器所不能承受的剧烈振动工作条件；具有极好的防水性能，能适应湿度较大的工作环境；安装简便，不受任何角度限制；体积小（形状如同一枚纽扣），质量轻（约2g）；采用树脂将专用芯片封装在黄铜基板上，性能稳定；低功耗、低电压，适合长期处于工作状态，可广泛应用于各种振动报警器和自

动控制器电路中。

XDZ-01模块的主要电参数：工作电压范围2.4～6V，典型工作电压3V，极限电压值9V；3V工作电压下，静态工作电流≤50μA，输出电流≥5mA，输出时间≥10s。

HA选用LQ46-88D型会喊“抓贼呀”的成品小号筒式语音报警专用电喇叭，其外形尺寸及引线区分参见本书前面图1-105所示。该电喇叭内部由语音发生器、音频功率放大器和电——声换能器组成，只要给它通上6～18V直流电压，它便会用普通话连续发出清晰响亮的“抓贼呀……”喊声来，安装使用非常方便。读者如果一时购买不到这种语音电喇叭，可用普通6V直流电警笛声电喇叭来直接代替。

VS用MCR100-1或BT169D、CR1AM-6、2N6565型等小型塑封单向晶闸管；这类单向晶闸管的外形如同普通塑料封装的9013型晶体三极管，实物外形及管脚排列参见本书前面图1-103所示。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CD11-10V型电解电容器。SB用普通常闭型自复位按钮开关，亦可用KWX型微动开关（仅用常闭触点）代替。G可用4节大号（R20型）干电池串联构成，电压6V；如采用6V免维护固体蓄电池，则更理想。

5.7.3　制作与使用

如图5-20所示为该防盗器的印制电路板接线图。印制电路板用刀刻法制作，实际尺寸仅为25mm×20mm。

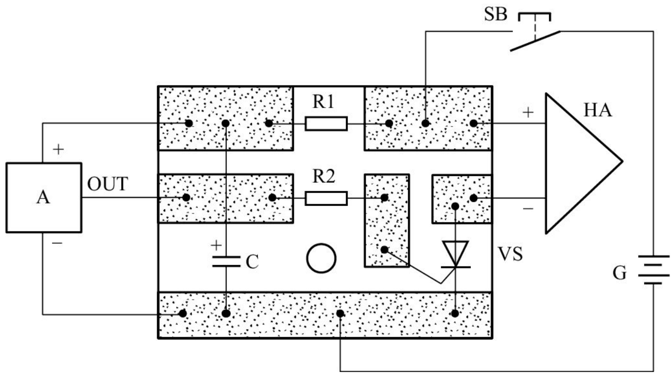


图5-20 “一碰即响”的防盗器印制电路板接线图

焊接好的电路板连同电池G（带塑料架）、按钮开关SB装入一绝缘密闭小盒内。盒面板开孔伸出SB按钮；盒侧面开出小孔，引出连接微型片状振动模块A和语音电喇叭HA的电线。

实际使用时，电路盒应置于隐蔽处。语音电喇叭HA通过双股电线引至传声良好的地方固定；微型片状振动模块A则通过三根细导线引至欲保护的玻璃窗口、房门或保险柜内，并选择感受振动最灵敏的位置，将A模块（铜质面）用502胶粘牢。如要降低灵敏度可选用乳胶粘贴。在玻璃窗上安装时，为了美观和迷惑外人，可在相应的玻璃上面粘贴上一些装饰图案等，使人从外面看不出里面安有报警装置。安装好的防盗器，不需任何调试便可投入工作。

该防盗器还可广泛用在展厅文物柜防盗、商场贵重金饰柜台等处的防盗。由于用干电池供电，故安装灵活，不受场所、地点限制，并且有效避免了用交流电时，电网停电或犯罪分子作案前切断电源，使报警装置失灵的不足。

5.8　防盗“电子狗”

该防盗“电子狗”既不吃食喝水，也不拉屎撒尿，接通电源后，它便为你忠实地看家守舍。当其周围6m范围内（可以近距离隔着墙壁或门板）有人走动时，它便发出逼真响亮的模拟狗叫声来。与动物狗相比较，“电子狗”有个不足之处，就是不会分辨家人和外人，但仍不失防盗使用价值。

5.8.1　工作原理

防盗“电子狗”的电路如图5-21所示。新型微波探测器A1及其环状天线W等组成了人体探测触发电路；模拟声集成电路A2、音响功放集成电路A3和扬声器B等组成了模拟狗叫声发生电路；固定式三端集成稳压器A4、电源变压器T、整流二极管VD3和VD4、滤波电容器C1和C6等组成了交流电变换电路。

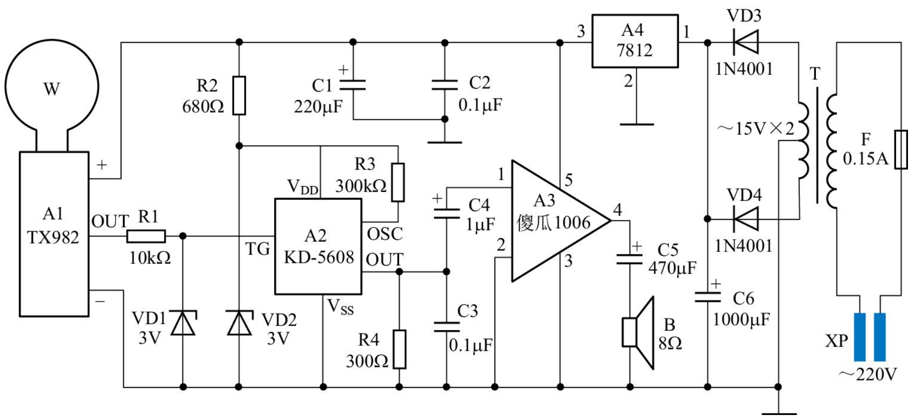


图5-21　防盗“电子狗”电路图

接通电源后，微波探测器A1在其环状天线W的轴芯方向产生一个椭圆形、半径2～6m（可调）的空间微波探测场，构成了立体方位的探测区域。在无人进入微波探测场的状态下，A1的OUT端输出低电平，由集成电路A2、A3等构成的模拟狗叫声发生电路不工作，扬声器B无声。

当有人进入防盗“电子狗”的微波探测场时，根据电磁波的多普勒效应，人体会对A1环状天线W所发射出的微波产生反射作用，并使反射回波与原波的场频频率（或相位）产生差别，这一变化信号经环状天线W接收和A1内部专用微处理器一系列检出、放大、整形、延时处理后，从OUT端输出高电平脉冲信号。该高电平脉冲信号经限流电阻器R1限流、稳压二极管VD1限压后，加至A2的触发端TG，使A2内部电路受触发工作，从其输出端OUT输出长约5s的模拟狗叫声电信号，经A3等构成的音频功率放大器（输出功率达4.5W）放大后，推动扬声器B连续发出三遍“汪汪——汪汪汪”的狗叫声来。如果A1连续探测到运动人体，则A2会受到连续触发，狗叫声就会持续不断，直至来人退出警戒区域（或在原地站立不动）为止。

电路中，R1、VD1和R2、VD2组成了两个简易稳压电路，其作用分别是将A2的触发电压和工作电压均限制在所允许的数值以内。R3是A2的外接时钟振荡电阻器，其阻值大小影响模拟狗叫声的速度和音调。C3是音频旁路电容器，主要用于滤去A2输出信号中一些不悦耳的谐波成分，使模拟狗叫声更加逼真响亮。

5.8.2　元器件选择

A1选用国产TX982型微波探测器（也叫雷达探测模块、人体探测

器），它包含了环状天线W和微波发射与接收、信号放大与识别等电路，能够以非接触形式探测出周围一定范围内的运动人体或物体，并转换成高电平信号输出。由于TX982内部采用了专门的微处理集成电路，并应用了先进的模糊检测电子技术与数字化功能处理方式，所以具有探测灵敏度高、作用范围大、抗干扰性强、可靠性能好、安装使用简便等优点，可广泛应用于各种自动检测、自动报警和自动控制产品中。

TX982的外形和引线功能如图5-22所示。该器件系模块化产品，全部电路焊装在尺寸约为46.5mm×32mm×17mm（不包括安装支架）的塑料小盒内。盒顶部安装有φ 90mm的微型环状天线。盒底部安装有塑料固定架。盒侧面设有一个红色发光二极管和一个灵敏度调节孔。红色发光二极管用来指示TX982的工作状态（平时熄灭，通电初始化和探测到移动人体、物体时发光）。灵敏度调节孔用来调节探测距离。顺时针调节时探测距离变近，逆时针调节时探测距离变远。TX982共有三根外接线，通过长约1.2m的双芯屏蔽线引出，其红线接电源正极，皮网接电源负极，白线为信号输出端（OUT）。白线静态时输出低电平，探测到移动人体或物体时输出高电平。实际应用时，如模块引出线太短，可用相同的双芯屏蔽线进行加长。

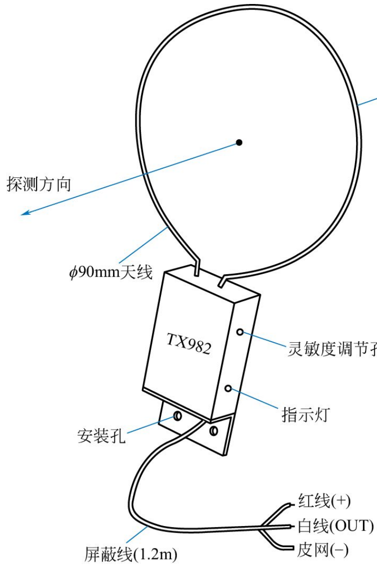


图5-22　TX982型微波探测器外形和引脚功能

TX982的主要参数：工作电压范围12～15V，静态待机电流5mA左右；初次加电时延迟开启时间（即锁闭时间）60～90s，监控距离在2～6m连续可调；触发输出时间≥5s（厂家可根据用户要求定制不同的时间），输出形式为电压方式，有输出时电压≥7V；工作温度范围-25～45℃。

A2选用KD-5608型模拟狗叫声专用集成电路。该集成电路用黑膏封装在一块尺寸约为21mm×19mm的小印制电路板上（如图5-24左边所示），并有插焊外围元件的小孔，安装使用很方便。KD-5608的主要参数：典型工作电压3V，输出电流≥2mA，静态总电流＜1μA，工作温度范围-10～60℃。A2也可用LH560系列模拟狗叫声集成电路（R3改用1MΩ阻值）来代替。

A3选用傻瓜1006型5脚单列直插封装（外观与普通塑封功率三极管相仿）音响功率放大集成电路，其外形尺寸及引脚排列如图5-23（a）所示。傻瓜1006的内部电路方框图如图5-23（b）所示，其内部电路与大家熟悉的OTL和OCL功率放大器电路大体相同，主要由前置级、驱动级和互补推挽输出级组成；另外，还包括滤波、静噪和保护电路。由于这些电路全部都集成在内部基片上，所以外部只需接上声源、扬声器和直流电源，不需任何调试就能满意地工作，“傻瓜”由此得名。

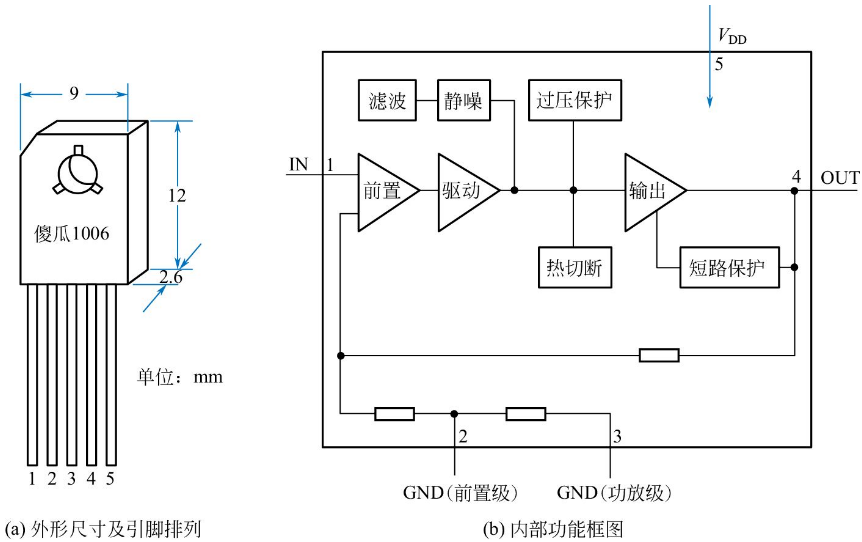


图5-23　傻瓜1006型音响功放集成电路

傻瓜1006的主要电参数：工作电压范围8～18V，典型使用电压12～13.8V；最大输出功率6W，静态电流100mA，最大峰值电流3.3A；电压频率40～90kHz，失真度小于1%；输入阻抗50kΩ，输出阻抗4～8Ω。如果电源电压选13.8V，负载阻抗为4Ω，输出功率就是6W。傻瓜1006的

闭环增益比较高，约为45dB（分贝），放大能力是普通功放集成电路的5～6倍，这就意味着输入较弱的音频信号（例如话筒放大输出级、10mV以下的录放音信号）就能获得满意的放大。

A4选用7812型（输出电压12V、最大输出电流1.5A）固定式三端集成稳压器。VD1、VD2均用稳定电压3V、最大耗散功率0.25W的普通硅稳压二极管，如1N4619、2CW51型等；VD3、VD4均用1N4001或1N4004型硅整流二极管。

R1～R4一律用RTX-1/4W型碳膜电阻器。C2、C3均用CT1型瓷介电容器，其余一律用CD11-25V型电解电容器。B用8Ω、3W小口径动圈式扬声器；如用小号筒式扬声器，则效果更佳。T用220V/15V×2、8W优质电源变压器，要求长时间运行不过热。F用BGXP-0.15A型普通保险管，并配套机装管座。XP用交流220V二极电源插头。

5.8.3　制作与使用

如图5-24所示为该防盗“电子狗”的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为60mm×40mm。电阻器R3按图左边所示直接焊在模拟声集成电路A2的基板上，并通过4根较硬导线（可用元件剪脚线）将A2插焊在电路板上所对应的数标孔内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A2内部CMOS集成电路。为防止音响功放集成电路A3在使用中因过热而损坏，必须为其加装上体积不小于36mm×23mm×17mm的6槽式铝散热器。

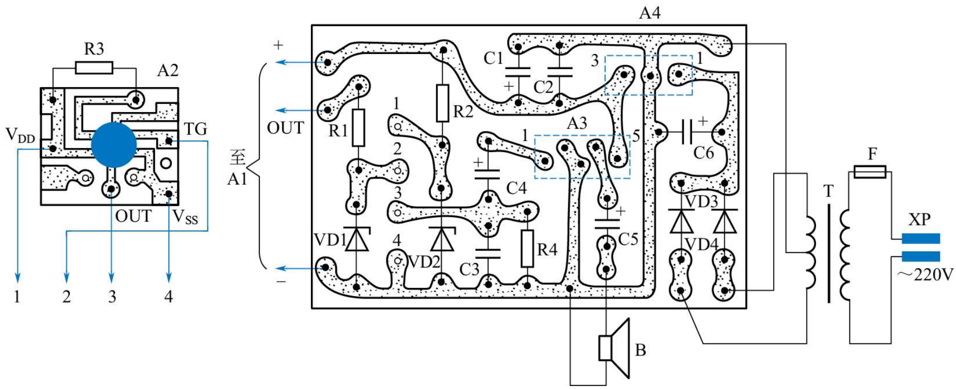


图5-24　防盗“电子狗”印制电路板接线图

整个电路全部安装在一个市售特大号硬壳体毛绒玩具“狗”体内。微波探测器A1及其环状天线W可安装在“狗”头内部，并在适当位置处开出能够伸进小螺丝刀且正对着A1灵敏度调节孔的小孔，以便随时调节“狗”的探测距离；电源插头XP通过适当长度的双股导线（可编织成仿真拴狗铁链状）引出“狗”体外，并注意在“狗”身上为扬声器B开出释音孔。安装时注意：由于环状天线W的轴芯方向探测能力较强，所以应尽量使轴芯指向“狗”头的正前方（即“电子狗”的主要探测方向）。微波探测器A1也可通过自带的屏蔽线（必要时可用相同电线加长）引出盒外，以便于隐蔽安装。有兴趣的读者还可给这个“狗”的双眼装配上如图5-25所示的闪光电路，使“狗”叫时双眼同步闪烁，则更加形象、逼真。

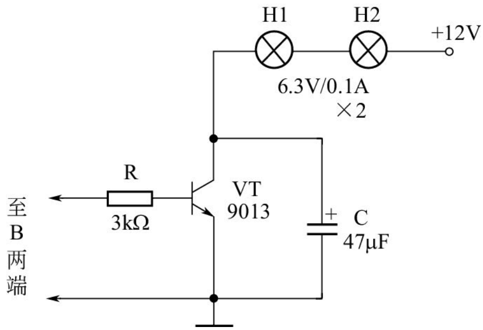


图5-25　“狗”眼闪光电路图

焊装好的电路一般无须调试，便可投入使用。如嫌“狗”的叫声不够逼真，可通过适当改变电阻器R3的阻值来加以调节。R3阻值大，模拟狗叫声频率低，为老狗叫；阻值小时，模拟狗叫声频率高，为小狗叫。R3取值范围以240～360kΩ为宜。

该防盗“电子狗”在实际使用时，应注意以下三点。

① “电子狗”应安放在盗贼所必经的门口、过道等处，或者是所要保护的物体上面或现场中央，通过调节微波探测器A1上的灵敏度调节旋钮，可将“电子狗”的探测距离（主要是指正前、正后方）按需要调节在2～6m。

② “电子狗”可以探测出近距离的隔墙人体走动，故主人上班或外出时，只要将“电子狗”放在门窗背面，则可在小偷接近门窗作案之前，就发出响亮的模拟狗叫声。

③ “电子狗”除对人体走动作出反应外，还能对运动物体产生反应，故在室内安放时应注意避开空调排气口和窗帘等，以免外部气流使扇叶转

动、窗帘飘动，导致出现频繁的误发声。

5.9　语音报警式密码电子锁

许多读者对于“密码锁”非常感兴趣，渴望能够亲手制作一个过把瘾。其实这样的愿望是可以实现的，而且通过动手做还能学习到别的电子制作所涉及不到的一些有用知识。

这里介绍的语音报警式密码电子锁，是笔者通过反复设计和实践才做出来的，它采用单向晶闸管作记忆识别元件，由10个轻触开关组成数码键，其中5个码开锁，另外5个码作报警用。如果知道密码，只要按顺序或同时按下相应5个数码键，很快就可打开电子锁。如果不知道密码，错按报警按键，报警喇叭就会发出长达30s的“抓贼呀……”喊声来；此期间电子锁自动闭锁，按开锁密码按键也不会起作用。待报警过后恢复到常态，方可重新开锁。

由于开锁的5位数码在密码盘上的排列有P510=10×9×8×7×6=30240种，所以如果不知道密码而要打开这把电子锁，几乎是不可能的事情。可见，它的保密性和可靠性是很高的，使用非常安全。

5.9.1　工作原理

语音报警式密码电子锁的电路如图5-26所示，它由单向晶闸管等元件构成的编码开锁电路、延时语音报警及闭锁电路三部分组成。

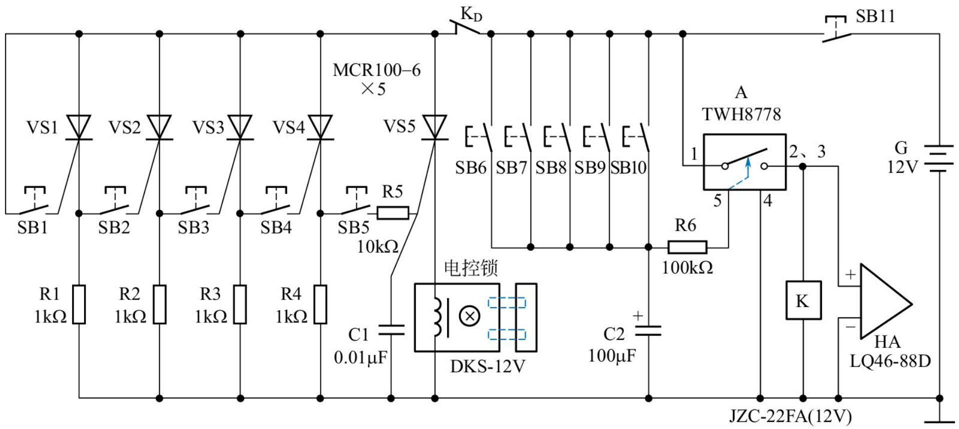


图5-26　语音报警式密码电子锁电路图

当依次按动轻触开关SB1～SB5后，电控锁就会动作开锁，其工作过程：按动轻触开关SB1，单向晶闸管VS1得到触发电压并导通，电流流经电阻器R1；再按动轻触开关SB2，单向晶闸管VS2获得触发电流导通，电流通过电阻器R2……直到按动轻触开关SB5，单向晶闸管VS5触发导通，电控锁通电动作，锁就被打开。锁打开后，按一下自复位常闭按钮开关SB11，电路暂短断一下电，锁便恢复原来的关闭状态。

功率开关集成电路A、电阻器R6、电容器C2、轻触开关SB6～SB10、电磁继电器K和语音电喇叭HA等组成了延时语音报警及闭锁电路。如果错按了轻触开关SB6～SB10中的任意一个按键，电容器C2就会充上12V直流电压，并通过电阻器R6和功率开关集成电路A的控制端（第5脚）形成放电回路，使A内部开关电路延时导通30s左右，语音电喇叭HA即通电发出响亮的“抓贼呀……”喊声；与此同时，并接在语音电喇叭HA两端的电磁继电器K也通电动作，其常闭触点K_D 切断了锁控电路的电源，在响起

警报的时间内，电子锁自动闭锁，对外不再作出反应。闭锁电路的另外一个作用还在于万一窃贼在响警报前已试按中了5位开锁密码中的几个（实际上一般最多不超过2个）数码按键，随着常闭触点K_D 的断开，已碰运气按中的密码就会全部自动消除记忆，恢复到初始状态。

5.9.2　元器件选择

A选用TWH8778型功率开关集成电路，它采用TO-220五脚塑封包装，其外形及引脚排列、内部电路方框图参见本书前面图2-19所示。该功率开关集成电路通用性强，可在28V、1A以下做高速开关。它只需在“控制”端（第5脚）加上约1.6V（最大值6V）电压，就能快速控制输出端（第2、3脚）所接负载电源的通断，控制极输入电流仅50μA左右，输入端（第1脚）与输出端之间导通时的电压降一般为0.18～0.45V。TWH8778也可用外形、功能完全一样的同类产品QT3353来直接代换。

VS1～VS5均用MCR100-6（额定正向平均电流IF＝1A、额定工作电压≥400V）或BT169D、CR1AM-6、2N6565型小型塑封单向晶闸管，其实物外形和引脚排列参见本书前面图1-103所示。单向晶闸管也叫单向可控硅，它是一种具有3个PN结的功率型半导体器件，对外有阳极A、阴极K和控制极G（也叫门极） 三个引脚，制作时注意不要接错引脚。

R1～R6均用RTX-1/4W型碳膜电阻器，其中R1～R4的标称阻值为1kΩ，R5、R6的标称阻值分别为10kΩ和100kΩ。C1用CT1型、标称容量是0.01μF的瓷介电容器，C2用CD11-16V型、标称容量是100μF的电解电容器。

HA选用LQ46-88D型会喊“抓贼呀……”的成品小号筒式语音报警专用电喇叭，其外形尺寸及引线区分见本书前面图1-105所示。该电喇叭内部已包含语音发生器、音频功率放大器和电-声换能器，只要给它接上6～18V直流电压，它便会用普通汉语连续发出清晰响亮的“抓贼呀……”喊声来，使用非常方便。读者如果一时购买不到这种语音电喇叭，可用直流工作电压12V、工作电流≤0.5A的普通警笛声电喇叭或电铃来直接代替。

SB1～SB10全部用6mm×6mm微型轻触开关，SB11选用小型自复位常闭按钮开关，亦可用KWX-2型微动开关（仅用常闭触点）来代替。K用JZC-22FA/012-1Z型超小型中功率电磁继电器，其外形尺寸仅为22.5mm×16.5mm×16.5mm，它可直接焊在印制电路板上。

电控锁选用DKS-12V型多功能电控锁，它同时具备四菱防盗钥匙开锁功能，直流工作电压12V时的开锁电流仅0.8A。电控锁也可参阅有关资料自制，这里不再赘述。G用标称电压12V、容量≥1.2A·h免维护固体蓄电池，并推荐使用配套的浮充电器。

5.9.3　制作与使用

如图5-27所示为该语音报警式密码电子锁的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为60mm×40mm。印制电路板可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，以省去加工专用印制电路板的麻烦。

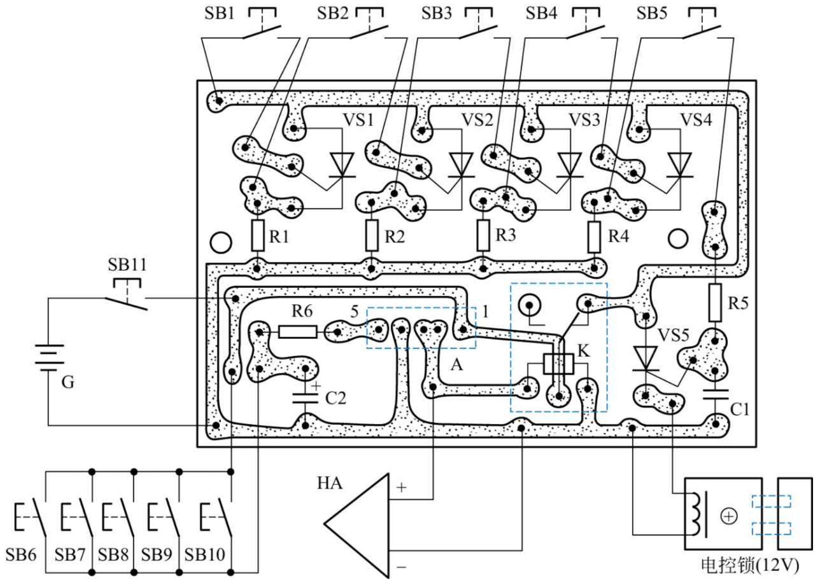


图5-27　语音报警式密码电子锁印制电路板接线图

除轻触开关SB1～SB10、语音电喇叭HA和电控锁外，其余元器件全部焊装到一个体积合适的绝缘密闭盒中去。由于语音电喇叭HA自成一体，故可以很灵活地通过双股软电线将它引到不易被人发觉和破坏且又能良好传播声音的地方。轻触开关SB1～SB10有意无序地装在用有机玻璃板或塑料板粘制的数字密码键盘上去，并固定安装在开锁方便的地方。数字密码键盘上依次对应轻触开关SB1～SB5的键盘数字所组成的五位数字，即为开锁密码，应记在主人心中并对别人保密。按钮开关SB11应安装在控制电路盒面板上，以便主人开锁后手动“闭锁”。

装配成的语音报警式密码电子锁，只要元器件质量有保证，焊接无差错，一般无须任何调试就能正常工作。如嫌30s的延时报警时间太短，可通过适当增加电容器C2的容量来加以调整；反之，则应减小电容器C2

的容量。整个装置平时几乎不耗电，实测静态电流＜5μA，故用电很节省。若使用中密码被他人窃知，可很方便地通过调换轻触开关在键盘上的位置或按键引线，编排出新的五位数开锁密码来。

5.10　四路无线电传输防盗报警器

鉴于有线防盗报警器在安装时所带来的某些不便，无线传输方式的防盗报警器开始得到广泛应用。笔者设计的这台四路无线电传输语音防盗报警器具有如下特点：

① 探盗及发射电路采用固体蓄电池供电，不受使用场所（如临时货物堆放场、果园等）无交流电源的限制，使用灵活方便；

② 采用新型雷达式探测器对盗贼进行非接触探测，其灵敏度高、探测范围广、静态功耗低、安装比较隐蔽，使报警器整体性能得以提高；

③ 无线电传输采用UHF频段数字加密发射、接收技术，工作稳定可靠，抗干扰性强；

④ 模块化、组件化制作，电路接线简单、制作容易、性价比高，适合广大电子爱好者制作。

5.10.1　工作原理

四路无线电传输防盗报警器由探盗及发射、接收及报警两大部分组成。

如图5-28所示为探盗发射机电路图。A1（包括环形天线W1）为新型雷达式防盗探测器，A2为远距离、稳频型无线电遥控编码发射器。闭合电源开关SA1，约经60s后，防盗探测器A1自动进入探测状态。当盗贼进入A1监测的警戒场时，由环形天线W1向周围空间所辐射的微波被运动人体反射回一部分，经探测器内部电路一系列鉴别、整形、延时处理后，从其输出端OUT输出低电平。于是，发射器A2得电工作，由天线W2向空中发射出频率为315MHz的编码无线电波。发射器A2共有A、B、C、D四位数据编码控制端，当V_{DD} 端（红线）分别接B端、C端或D端时，可使天线W2向外发送出不同的编码指令信号，从而可制成四台这样的同发射频率、不同数据编码的探盗发射机，通过同一台接收报警器对四处防盗场所进行无线监测并报警。

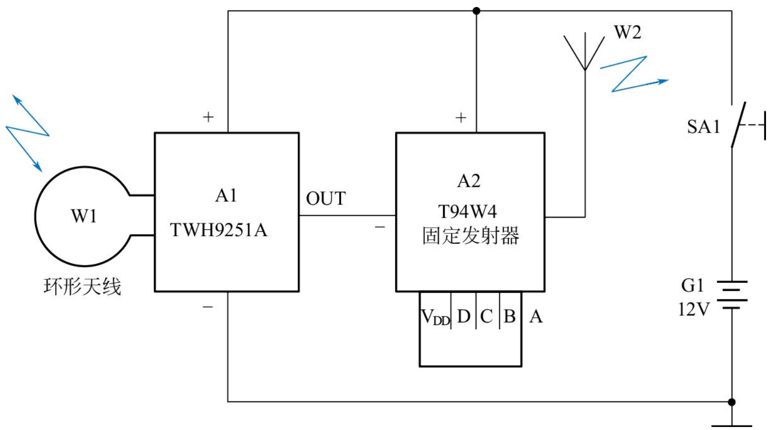


图5-28　探盗发射机电路图

如图5-29所示为接收报警器电路图。A3为与发射器A2相配套的无线电遥控编码接收模块，HA为超响度防盗报警专用电喇叭。VD1～VD4为

四路探盗发射机发射信号指示灯。以图5-28电路为例，当探盗发射机发出编码指令电波时，在有效距离范围内被天线W3接收，经接收模块A3内部电路一系列解调、放大、整形以及解码处理后，使对应输出端A输出高电平，发光二极管VD1发光，表示“A”处的探盗发射机发送来无线电盗情信号；同时，晶体三极管VT1、VT2先后导通，使得超响度电喇叭HA得电发出警笛声，呼叫人们采取相应措施。接收报警器一旦工作，只有断开一下电源开关SA2，才有可能解除警报；如果合上电源开关SA2后，报警声又起，说明盗情尚未解除，探盗发射机仍在发送来无线电信号。

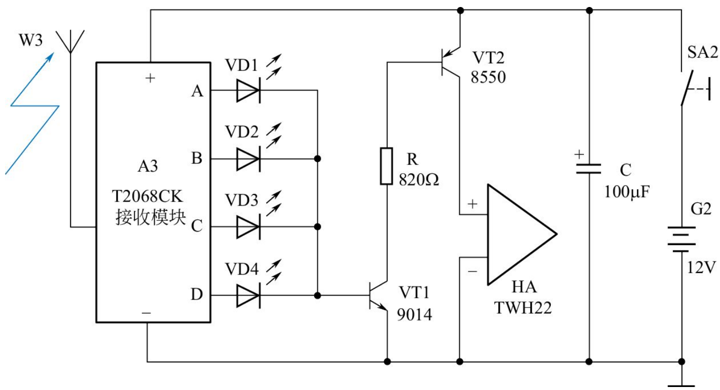


图5-29　接收报警器电路图

5.10.2　元器件选择

A1选用国产TWH9251A型雷达式防盗探测器。该探测器内部控制处理芯片采用了先进的模糊检测电子技术和数字化功能处理方式，杜绝了以往超声波、红外线、热释电以及传统旧型雷达式防盗器的抗干扰性差、误报率高、戒备范围窄、安装及配套防范系统困难等缺点，具有探测灵敏度

高、作用范围大、可靠性能好、安装使用简便等优点，是现代安全防范之实用产品。

TWH9251A的外形结构和引线功能如图5-30所示，其外壳有灵敏度调节孔和安装孔，监控距离可在2～7m连续调节，使用非常方便。该雷达式探测器通电工作时，在环形天线的轴线方向产生一个椭圆形半径2～7m（可调）的空间微波戒备场，构成立体方位防范戒备区域。当移动人体在戒备区活动时，其反射回波使原波场频频率（或相位）相应发生变化，这一变化经专用微处理器一系列检出、放大、整形、延时处理后，从输出端OUT输出大电流（实际上为“灌入”电流）控制电平信号，用于控制各种执行电路工作。

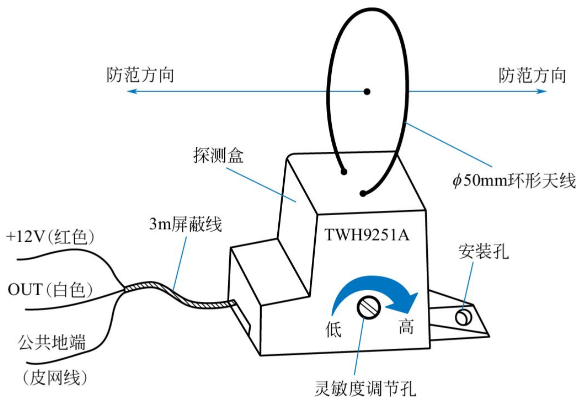


图5-30　TWH9251A型雷达防盗探测器外形结构和引线功能

TWH9251A型雷达防盗探测器的主要性能指标参数：直流工作电压范围11～16V，典型值12V；守候电流≤4.5mA；输出端驱动电压比实际

工作电压略小0.1～0.5V，驱动电流≥50mA；首次通电延迟60s后自动进入探测状态；每次受触发输出端输出长达10s的低电平，如果在延时输出期间仍有触发输入，则输出将持续下去；有效探测距离2～7m，如果加装专门的反射罩定向时则为4～15m；误报率1/10000；工作温度范围-10～50℃。

TWH9251A在使用时应注意：探测器与执行机构（防盗主机等）间采用两芯屏蔽线连接，其中红色线接＋12V电源端，屏蔽线（公共地端）接电源负端，白色线（OUT端）为触发输出，接执行机构输入端。探测器已带有3m两芯屏蔽线，如需要长距离装设时，可用同样电线延长，通常勿超过100m。环形天线轴芯方向的监测能力较强，应尽量使轴心指向被监控区域。必要时可摆动天线调整监测方向，但只能作为微调操作。天线环平面还应远离（＞50mm）卷闸门、铝合金门窗框等大的金属体，以保证接收回波的灵敏度不致恶化。雷达微波场具有穿透墙壁和非金属门窗的能力，首次安装时应反复、仔细调整探测器侧面的灵敏度调节电位器，使灵敏度调到合适位置。多个探测器同时使用时，相距应大于5m。

A2、A3选用配套的T94W4/T2068CK型远距离（≤800m）、稳频式无线电编码遥控发射与接收组件，它由一只固定式远距离稳频发射器T94W及宽带接收模块T2058CK组成，其外形和引脚（线）排列如图5-31所示。

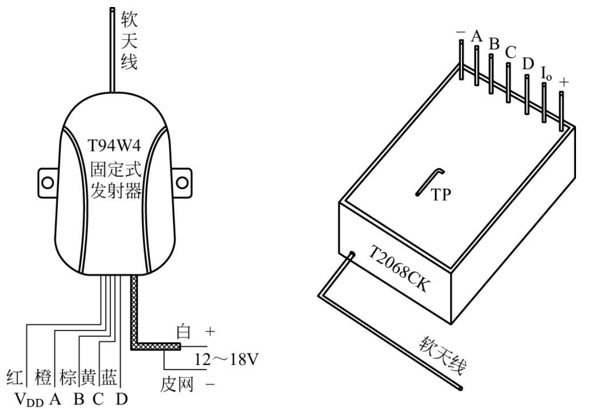


图5-31　T94W4/T2068CK型无线电遥控组件外形和引脚排列

固定式发射器外形尺寸约为68mm×66mm×19mm，彩虹线为数据编码线。当发射器接上合适直流电源时，只要彩虹线的红色线脚（V_{DD}端、输出+9V直流电）与A～D任一数据编码线相接，发射天线便会向周围空间辐射出相应的编码无线电波。该发射器内部采用了高品质的专用声表面波谐振器SAW稳定频率，通过内部不同地址编码（不重复码高达17.7万组）来区分不同的用户，通过外部数据码实现同一用户的多通道控制操纵。发射器主要参数：工作电压范围12～18V，典型工作电流30mA，发射功率100mW，发射频率315MHz（或418MHz），频率稳定度可达10^{-5}，频率带宽100kHz，一年最大频率飘移≤10^{-5}，工作环境温度范围-10～40℃。

接收模块外形尺寸约47mm×32mm×16.5mm，其中“+”“-”引脚为接收模块直流供电端，A、B、C、D引脚为解码信号输出端，直接输出1～

4路互锁存高电平控制信号；I_o引脚为与发射信号同步作用的解码有效指示端，输出驱动能力与四位数据端相同。接收模块主要参数：工作电压范围9～14V，工作电流≤5mA，接收频率315MHz（或418MHz），频带宽度250kHz，频率稳定度10^{-4}，接收灵敏度50μV；输出端开路输出高电平4.5V，短路输出电流2mA。

HA用TWH22型超响度防盗报警专用动圈式、警笛声电喇叭。该电喇叭外形与普通小型号筒式扬声器无异，但内部已经包含有模拟警笛声发生器、音频功率放大器和电-声换能器件；只要给它接上12V直流电源（输出电流＞1A），便可发出响度达125dB（分贝）的警笛声来。读者如果一时购买不到这种超响度防盗报警专用电喇叭，也可用其他直流工作电压是12V的普通自带声源电喇叭或电铃来直接代替。

VT1用9014（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数β＞100；VT2用8550型（集电极最大允许电流I_{CM}＝1.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝1W）硅PNP中功率三极管，要求电流放大系数β＞150。VD1～VD4均用φ5mm高亮度红色发光二极管。

R用RTX-1/4W型、标称阻值是820Ω的碳膜电阻器。C用CD11-16V型、标称容量是100μF的电解电容器。SA1、SA2选用KND1型单刀双掷船形开关，实际仅用其一刀一掷。G1、G2采用标称电压12V、容量6.5A·h的密封式酸性免维护微型蓄电池，注意配套充电器。

天线W1为雷达式防盗探测器A1所配带的环形（直径约45mm）天线，天线W2和W3分别为无线电编码遥控发射器A1及接收模块A3所自带

的软天线（长度约240mm），均不必再另选择。

5.10.3　制作与使用

探盗发射机制作很简单，蓄电池G1与电源开关SA1装入体积合适的绝缘密闭小盒内，雷达式防盗探测器A1、无线电遥控编码发射器A2直接在防盗现场安装，三者间通过自带电线接通便行。探盗发射机可根据需要制作1～4台，所用元器件完全相同，只是发射器A2的V_{DD}　端（红线）应分别接A端、B端、C端和D端。制作时要特别注意：T94W4发射器及T2068CK接收模块在出厂时均标明一组七位数字代表编码，所用四只T94W4和一只T2068CK的编码必须完全一样，否则无法进行遥控。

接收报警器电路焊接在如图5-32所示的印制电路板（实际尺寸约85mm×　40mm）上。印制电路板可直接采用单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，以省去加工专用印制电路板的麻烦。焊接好的电路板除超响度电喇叭HA外，全部装入体积合适的绝缘密闭小盒内。盒面板开孔固定电源开关SA2及引出天线W3，并伸出发光二极管VD1～VD4的四个发光管帽；HA则通过双股电线引出盒外。

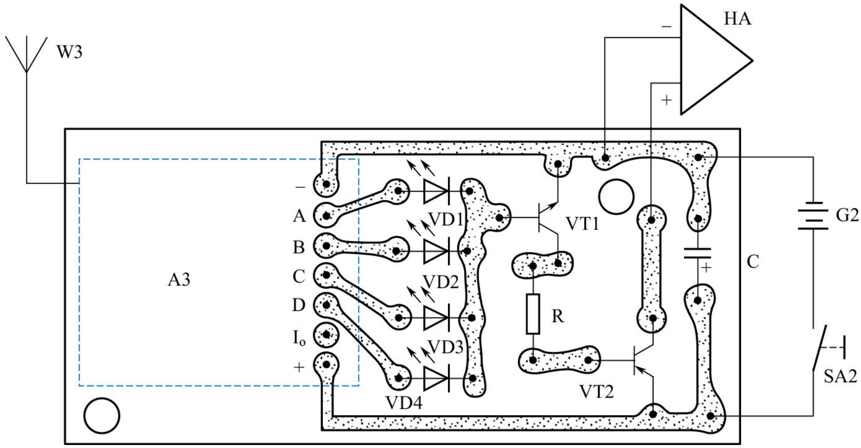


图5-32 接收报警器印制电路板图

本装置只要元器件质量有保证，焊接无差错，无需任何调试便可投入使用。探盗发射机部分安置在防盗场所内，雷达式防盗探测器A1应安装在能够有效探测人体活动的地方，并通过调节其内部的电位器，以获得满意的探测灵敏度（距离）；无线电遥控编码发射器A2固定在既隐蔽、又远离金属物的高处，天线W2应垂直拉开勿折，以防止盗贼破坏和保证电波发射环境良好。接收报警器部分则安装在值班室等经常有人的地方，其外引电喇叭HA安装在传声良好的高处。接收报警器电路盒上四个发光二极管VD1～VD4的发光管帽旁边，应分别用文字注明对应探盗发射机所处场所的名称，以便报警时尽快确定出发生盗情的方位。本装置的有效无线电传送报警距离≤800m。

使用时注意：由于探盗发射机和接收报警器均采用蓄电池供电，所以应定期给蓄电池充足电。一般情况下，如果电路每天24h都在通电使用，应至少每隔一个月进行一次充电；如果电路每天仅工作8h，则应每隔

一季度至少对蓄电池充一次电。如嫌这样的定期充电太麻烦，可参阅有关资料给蓄电池加装上浮充电电路。这时，G1和G2可用体积更小的12V、1.2A·h固体蓄电池，并且3～5年免任何维护。

第 6 章

健康助手类制作

本章介绍了 10 个用于生活卫生、医疗与健康等方面的新颖电子小制作，它们是居家健康生活的“小护士”“小助手”。这些制作实例是读者在掌握了第 1 章“手把手教你学制作”入门制作技能后的延伸和提高，可根据需要选择并自行设计具体的制作步骤和流程等，充分发挥个人能动性开展“动手做”。通过制作与使用，能够让读者尽快成为一名运用电子小作品来提升生活卫生指数，提高健康生活质量的“电子高手”。

6.1 人体疲劳测试器
6.2 “雨滴声”催眠器
6.3 宝宝尿床、踢被告知器
6.4 小学生测光文具盒
6.5 语音劝诫烟灰缸
6.6 按时服药提醒器
6.7 半导体制冷降温头带
6.8 食品腐烂检测器
6.9 蚊虫克星——电蚊拍
6.10 小型消毒液发生器

6.1　人体疲劳测试器

你工作、学习是否疲劳，是否需要及时休息？有时连自己也不很清楚，只在过度疲劳时才会出现头昏眼花的现象。这个疲劳测试器可以测出你是否疲劳以及疲劳的程度，虽然不一定十分精确，但它的趣味性和一定的实用性，必将吸引你自己动手制作一个。

6.1.1　工作原理

人体疲劳测试器的电路如图6-1所示，它实质上是一个以单结晶体管（也叫双基极二极管）VT为核心元器件构成的频率可调式超低频张弛振荡器。VT所输出的振荡信号直接驱动发光二极管VD产生同步闪光，通过观察闪光来自我测试身体，尤其是眼睛是否疲劳。

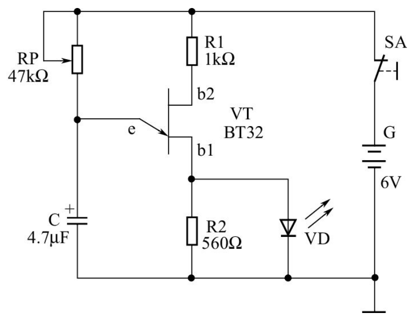


图6-1　人体疲劳测试器电路图

众所周知，人的眼睛有一个重要的被称为“视觉暂留特性”（也称“视觉惰性”）的现象。即人们所看到的物体消失后，其图像在眼睛中并不会随之立即消失，而是仍将留下0.1～0.2s的短暂视觉印象。正是由于人眼有

这个特性，所以人们看电影、看电视和在普通荧光灯下工作时，虽然上述这三样东西都存在着一定的闪动频率，但人眼所看到的画面或运动物体等却是连续的，而不是闪动或断续的。实践证明：当频率连续可调节的闪光作用于人眼时，人眼对断续闪光刚刚产生连续融合感觉的频率（称“临界闪烁频率”），与人的疲劳程度和饮酒量等有关。当人疲劳，尤其是用眼过度时，人眼的视觉暂留时间会延长，所感觉到的临界闪烁频率将会显著下降，人体疲劳测试器正就是利用这一参数变化来测试人的疲劳程度的。

电路工作过程：闭合电源开关SA，由单结晶体管VT与电位器RP、电容器C等组成的超低频张弛振荡器通电工作。电池G的6V电压通过电阻器R1、R2加在单结晶体管VT的第一基极b1和第二基极b2之间，并通过电位器RP向电容器C充电。当电容器C两端的充电电压较小时，单结晶体管VT的发射极e电流很小，VT处于截止状态；当电容器C两端充电电压达到单结晶体管VT的峰点电压时，VT的发射极e与第一基极b1间导通，C通过发射结和R2放电，使并联在R2两端的发光二极管VD点亮。这时电路处于“张”阶段。当电容器C两端电压降至单结晶体管VT的谷点电压时，VT的发射结因反向偏置而截止，电路处于“弛”阶段。随后，电池G又通过电位器RP向电容器C充电，并重复上述过程。由于电路一张一弛，周而复始，所以就形成了张弛振荡。张弛振荡器的工作频率取决于电位器RP和电容器C的数值大小。由于电容器C的容量较大，故在电阻器R2及发光二极管VD两端输出的是超低频脉冲电压，发光二极管VD发出的是人眼睛能够分辨出来的闪烁光。

对于发光二极管VD所发出的按一定频率闪烁的亮光，不疲劳的人可以准确地看出亮光在闪烁。而疲劳的人由于视觉暂留时间延长，便不能够

看出亮光在闪烁。通过改变发光二极管VD发光的闪烁频率，让被测者判断亮光是否闪烁，即可测试出被测者是否疲劳以及疲劳的程度等。由于大多数人在正常情况下所能感测到的临界闪烁频率为30～40Hz，所以我们将电位器RP的频率调整范围设计在20～50Hz。

6.1.2　元器件选择

VT选用BT32或BT33型单结晶体管，要求分压比大于0.5以上。该管的外形与引脚排列如图6-2所示，它的外形与一般金属外壳的小功率三极管类似，辨认管脚的方法是：将管脚对准自己，从管壳凸出块开始，按顺时针方向，依次为发射极e、第一基极b1和第二基极b2。挑选时，可用万用表测量单结晶体管b1、b2极间的直流电阻R_{bb}，一般为3～10kΩ。安装时，严防引脚焊接错。

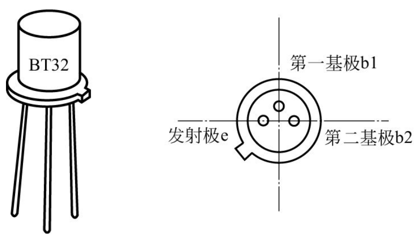


图6-2　BT32 型单结晶体管外形与引脚排列

VD宜用ϕ　5mm高亮度红色发光二极管。这里采用发光二极管VD作发光源，相比较白炽小灯泡而言，具有发光惰性小、工作频率高、耗电省及寿命长等特点。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。RP用WS5-1型小型有机实芯

电位器，亦可用WH9-1型合成膜电位器等。C用CD11-10V型电解电容器。SA用CKB-1型拨动开关。G　用4节5号干电池串联（配带塑料电池架）而成，电压6V。

6.1.3　制作与使用

如图6-3所示为该人体疲劳测试器的印制电路板接线图。印制电路板用刀刻法制作，实际尺寸仅为30mm×25mm。

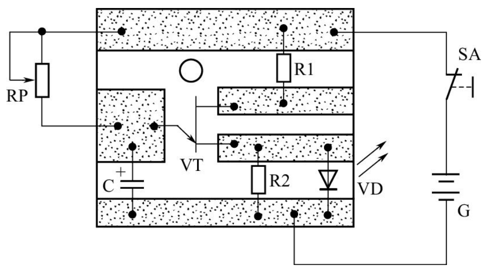


图6-3　人体疲劳测试器印制电路板接线图

焊接好的电路板按照图6-4所示，装入体积合适的绝缘密闭小盒（如塑料香皂盒等）内。盒面板开孔固定拨动式电源开关SA，并分别开孔引出发光二极管VD的发光帽、伸出电位器RP的轴柄。在电位器RP的轴柄上安装一只合适的旋钮，并在面板上刻出旋钮调节挡位。

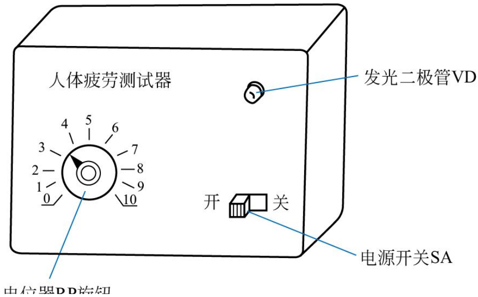


图6-4　人体疲劳测试器外形图

装配成的人体疲劳测试器，只要元器件质量有保证，接线无误，不需任何调试便可正常工作。由于采用发光二极管VD作光源，所以不论在白天或夜晚均可使用。

使用时，一般可采取对比测试法，即被测试者先观察如图6-4所示发光二极管VD的闪光，并顺时针方向缓慢旋转电位器RP的旋钮（指示刻度由0～10），闪光频率随之不断提高。当被测试者观察不出发光二极管VD的间断闪烁时，这时如果别人（已知是不疲劳者）仍能看出发光二极管VD的间断闪烁，说明被测试者已疲劳；如果别人也同样看不出间断闪烁，则说明被测试者不疲劳。

也可采取自我测试法。在已知自己不疲劳时（可在休息良好、身体恢复得最为彻底的星期天早晨醒来时进行），顺时针方向缓慢转动电位器RP旋钮（指示刻度由0～10），在疲劳测试器上找出刚刚不能看出发光二极管VD间断闪烁的一点（即“临界闪烁频率”点），并做好记号，将刻度划分成为左边的“闪烁区”和右边的“非闪烁区（指眼睛分辨不出间断闪烁）”两部分。以后自我测试时，如果在“闪烁区”内的刻度处就看不出明快

的间断闪烁光，并感觉眼前直冒火星时，说明自己已经疲劳了，并且指示刻度的数字越小，说明自己越疲劳。

6.2 “雨滴声”催眠器

人的一生当中，有三分之一的时间是在睡眠中度过的，睡得好不好，与健康息息相关。睡眠的最大问题就是失眠。现代都市人生活节奏快、工作压力大，受失眠困扰者不少，经常服用安眠药不是办法，按照下面的介绍动手制作一台“雨滴声”催眠器，不失为一种好方法。

日常生活中大家可能会有这样的体会：乘坐火车时，车轮有节奏的响声催人欲睡；雨夜，沙沙的雨声和屋檐滴水声也使人睡得格外香甜……所有这些都是因为轻度有节奏的响声能安定人的情绪，使神经镇定，大脑松弛，从而使人产生朦胧睡意。“雨滴声”催眠器就是根据这个原理设计制作的，它在一定时间内，会周而复始地发出有节奏的模拟雨水滴在台阶上的“嗒、嗒……”声，失眠者听到这种声音就很容易安然入睡。

6.2.1 工作原理

“雨滴声”催眠器的电路如图6-5所示。晶体三极管VT、变压器T、电阻器R和电位器RP等构成了一个单管自感变压器耦合式振荡器，也叫间歇振荡器。电路采用发声效率比较高的压电陶瓷片B作为发声器件，可使整个电路工作时非常省电（实测总电流峰值≤0.03mA）。电池G不直接向振荡电路供电，而是通过充好电的超大容量电容器C2供电，既可使催眠器具有延时自停功能，又可延长电池G的使用寿命。

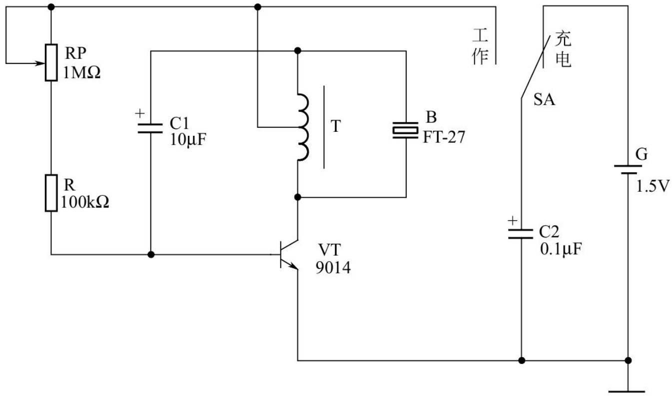


图6-5 “雨滴声”催眠器电路图

当转换开关SA拨向“充电”位置时，电池G向电容器C2快速充好电，为振荡电路工作做好准备。当转换开关SA拨向“工作”位置时，大容量电容器C2通过振荡电路放电，振荡电路通电工作，压电陶瓷片B即会发出模拟雨水滴在台阶上的“嗒、嗒……”声响来。随着时间地推移，大容量电容器C2两端的放电电压越来越小，压电陶瓷片B发出来的声音也会逐渐稀疏、变弱，最后自动停止发声。这一过程为1个多小时，正好满足失眠者渐渐入睡的需要。经实践，人们认为这种“雨滴声”催眠器确实具有比较好的催眠效果。

电路中，通过调节电位器RP的电阻值，可改变振荡电路工作的频率，从而使压电陶瓷片B发出来的“嗒、嗒”声响的速度（即时间间隔）能在一定范围内连续调节。除电位器RP外，电容器C1和电阻器R的数值大小同样影响着催眠器的工作频率，通过改变两者数值，可改变催眠器所发出“嗒、嗒”声响的最快速度。催眠器每次延时工作的时间长短，主要取决于超大容量电容器C2的容量大小，增大（或减小）该电容器的容量，可以

延长（或缩短）催眠器每次延时工作的时间。

6.2.2 元器件选择

晶体管VT选用9014（集电极最大允许电流$I_{CM}=0.1A$，集电极最大允许功耗$P_{CM}=310mW$）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta>150$。

RP选用WS2-1型有机实芯电位器，亦可用WH114-1型普通小型电位器。R选用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1选用CD11-10V型电解电容器。C2用0.1F（0.1F＝100000μF）、5.5V低电压、大容量、小体积电解电容器。市场上出售的这种法拉级电容器多为早期旧电脑板等上面的拆卸品，价格并不贵，每只仅1元钱左右。

T可用晶体管收音机里常用的小型推挽输出变压器来代替，注意只使用初级（带有中心抽头）绕组，次级绕组（接8Ω扬声器的两端）空着不用。B采用FT-27或HTD27A-1型（φ 27mm）压电陶瓷片，要求购买时配上本书前面图3-7所示的简易助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖），以增大发音量。

SA用CKB-1型（1×2）小型拨动开关，亦可用KNX-2W1D型小型钮子开关来代替。G用一节5号干电池，要求配上合适的塑料电池架，以方便安装。

6.2.3 制作与使用

如图6-6所示为该“雨滴声”催眠器的印制电路板接线图。印制电路板实际尺寸约为55mm×25mm，可用刀刻法制作而成。

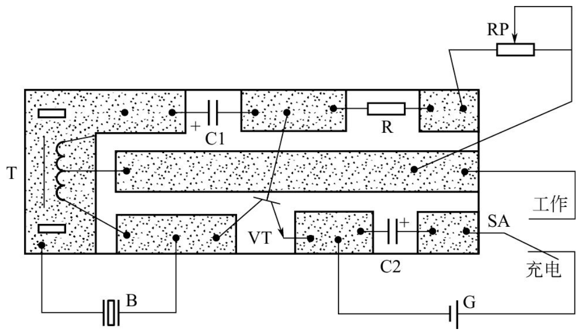


图6-6 “雨滴声”催眠器印制电路板接线图

整个催眠器电路按照图6-7所示，全部装入一个体积合适的塑料小盒（如塑料香皂盒）内。盒面板为压电陶瓷片B开出释音孔，并分别开孔安装电位器RP和转换开关SA。

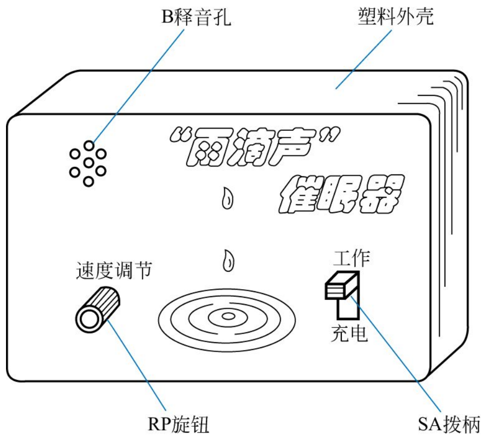


图6-7 “雨滴声”催眠器外形图

装配成的催眠器只要元器件选择合适，焊接无误，无需任何调试即可正常工作。如嫌催眠器每次延时工作的时间太长（或太短），可通过适当减小（或增大）电容器C2的容量来加以调整。如嫌催眠器发声太小，可将电池G的电压提高到3V，即用两节5号干电池串联后供电。

使用时，首先将转换开关SA拨至“充电”位置约1min（分钟），接着再拨至“工作”位置，并通过调节电位器RP旋钮选择合适的模拟滴水声速度（即时间间隔）。然后，将催眠器放置在失眠者的床头，让失眠者心平气和地倾听催眠器发出来的模拟滴水声，或者跟着这滴水声静心默数数，不久就能进入梦乡。当然，在失眠者进入梦乡后不久，催眠器也会自动停止工作。

6.3　宝宝尿床、踢被告知器

年轻的母亲常为婴儿排便后，不能及时发现和更换尿布而感到烦恼，也为夜里睡觉太沉而未能及时盖好小宝宝踢开的被子而揪心。借助这里介绍的专用告知器就能很方便地解决问题。

宝宝尿床、踢被告知器是家庭抚育婴儿的好帮手：当婴儿排便后，它能够反复发出“注意换尿布”的声音，可提醒大人及时更换尿布，使婴儿避免尿湿屎浸之苦，从而有效防止尿布疹及腌肛的发生；当孩子在睡眠中踢开被子时，它能够反复发出“注意保温”的声音，通知大人及时给孩子盖好被子，以防受凉患病。

6.3.1　工作原理

宝宝尿床、踢被告知器的电路如图6-8所示，它由温度传感电路、尿液传感电路、语音发生电路等部分组成。SA为踢被报警功能选择兼电源开关，需要对宝宝“踢被”进行监测时可闭合此开关，否则应打开它。

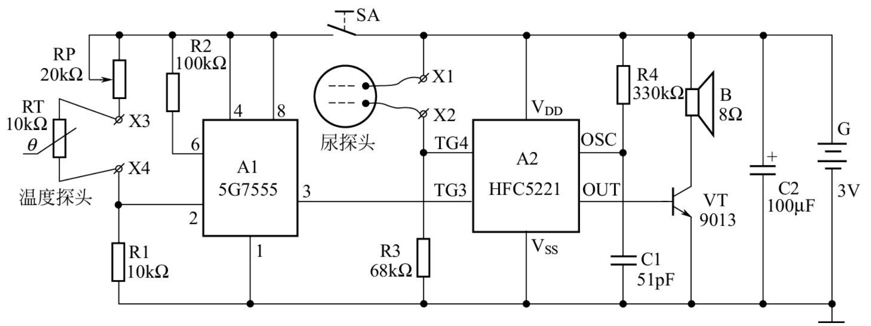


图6-8　宝宝尿床、踢被告知器电路图

尿探头与电阻器R3等构成了婴儿排便传感电路。在婴儿未排便时，尿探头两电极间呈开路状态，语音集成电路A2的触发端TG4通过电阻器R3接电源负极V_{SS}，A2内部电路不工作，晶体三极管VT截止，扬声器B无声。此时电路耗电甚微（注意SA打开），实测静态总电流＜0.5μA。一旦尿探头捡拾到婴儿的便液时，由于尿里含电解质能够导电，故就相当于在探头电极间接入了一只数千欧姆的电阻，使得语音集成电路A2的TG4端获得高电平（$\geq 1/2V_{DD}$）触发信号，其输出端OUT反复输出内储“注意换尿布”语音电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动扬声器B发出提醒语。

负温度系数热敏电阻器RT和“555”时基集成电路A1等构成温度传感电路，用于小孩踢被受凉信号检测。这里A1接成电压比较器，因其第6脚通过电阻器R2接电源正端，故输出端第3脚电平高低就完全取决于第2脚电

位。闭合开关SA，温度探测电路通电工作。在小孩未踢开被子时，RT感受到较高温度，其阻值较小，A1第2脚获得的电位＞$1/3V_{DD}$，第3脚输出低电平，故语音集成电路A2不工作，扬声器B无声。此时电路耗电甚微，实测静态总电流＜0.22mA。一旦小孩踢开被子，置于小孩内衣上的RT表面温度必然下降，其阻值大增，A1第2脚电位＜$1/3V_{DD}$，第3脚输出高电平直接触发A2的TG3端，使得A2从OUT端反复输出内储的“注意保温”电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B发出及时盖被提醒语。

电路中，语音集成电路A2的TG3端触发电压大小由RP加RT和R1对电池G的分压来确定，故通过调节电位器RP阻值可连续选择温度探测灵敏度。A2的TG4端触发电压大小由电阻器R3和尿探头探测到的尿电阻对电池G的分压来确定，故通过改变R3阻值可调节报尿灵敏度。R4、C1分别为语音集成电路A2的外接振荡电阻器和电容器，它们的阻值或容量大小影响语音声的速度和音调。电容器C2用来降低电池的交流内电阻，使扬声器B发声纯正悦耳。

6.3.2　元器件选择

A1选用5G7555或CB7555、CH7555、I_{CM}7555、SG7555等型CMOS时基集成电路，其静态电流非常小，在3V工作电压下测定小于70μA，而且工作电压低（实测不低于2V就能正常工作）。TTL工艺生产的普通“555”时基集成电路，因其功耗大，要求工作电压较高（≥4.5V），不适宜在本制作中使用。5G7555的引脚排列参见本书前面图2-23所示。

A2选用新型HFC5221型“四合一”语音告警专用集成电路芯片，其外

形如图6-9左边所示，它采用黑膏封装形式制作在一块尺寸为24mm×14mm的小印制板上，安装使用很方便。HFC5221内部固化有“嘟、嘟，注意”“嘟、嘟、嘟，注意”“注意保温”“注意换尿布”四种提醒语，分别用高电平或正脉冲触发端TG1～TG4（第2～5脚）输出，这里仅用其中两种语音。HFC5221的主要参数：工作电压范围2.4～5V；各触发端触发电流≤40μA，输出端驱动电流3～6mA；工作温度范围-10～60℃。当某一触发端（第2～5脚）受到高电平触发时，输出端OUT（第7脚）便可输出一句对应的内储语音信号；若触发端始终接高电平，则输出端可反复输出对应的内储语音信号。

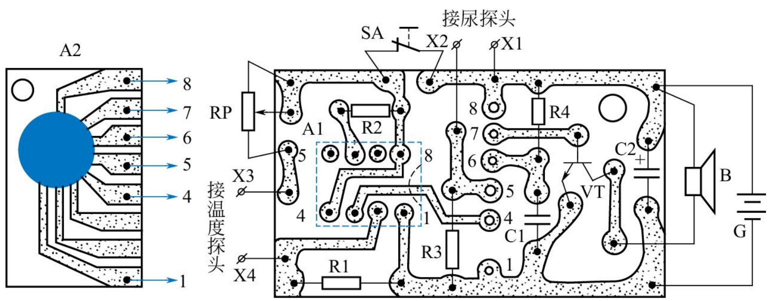


图6-9　宝宝尿床、踢被告知器印制电路板接线图

晶体管VT用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DG12、3DK4、3DX201型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β ＞100。

RT用MF11-10k型普通负温度系数热敏电阻器。RP用WS-2型自锁式有机实芯微调电位器。R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1用CC1型瓷介电容器，C2用CD11-10V型电解电容器。

B用8Ω、0.25W小口径动圈式扬声器。X1～X4用720型小型彩色接线柱。SA用KN3-A型钮子开关。G用两节5号干电池串联（配套塑料电池架）而成，电压3V。

6.3.3　制作与使用

如图6-9所示为该告知器印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为40mm×30mm。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A1、A2内部CMOS电路。

焊接时，语音集成电路A2的第1、4～8脚通过6根长约7mm的元件多余剪脚线直接插焊到电路板对应数标孔内。除两个探头外，焊接好的电路板连同扬声器B、电池G等一起装入大小合适的绝缘小盒内。盒面板为扬声器B开出释音孔，并在适当位置开孔固定微调电位器RP及开关SA、接线柱X1～X4。

尿探头需自制：取一φ 30mm左右的稍厚塑料圆片，另取≥0.8m的多股铜芯塑皮细导线两根，绞合成引线，将一端剥去25mm的塑皮后，平行地（间距≤10mm）穿入塑料圆片固定牢（如图6-8所示），另一端接语音盒上的接线柱X1和X2即成。

温度探头实质上是热敏电阻器RT。为了使用方便，应按图6-10所示焊上≥1m的双股软塑导线，焊头处用硬塑料套管和环氧树脂套封住，以加强绝缘和提高抗机械强度性能；套管外面包裹医用白胶带，并从中间穿上一个中号别针作固定用。双股软导线的另一头接语音盒上的接线柱X3、X4即成。

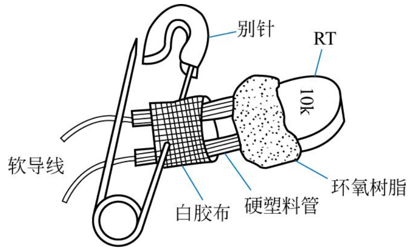


图6-10　温度探头制作示意图

装配成的告知器，电路一般无需任何调试便可正常工作。如嫌语音声不够理想，可通过适当改变电阻器R4的阻值（240～430kΩ）或电容器C1的容量（30～68pF）来加以调节；如嫌探尿灵敏度太高（或太低），可通过适当减小（或增大）电阻器R3的阻值来加以调节。

该告知器在实际应用时，“报尿”和“踢被”两种告知功能既可单一使用，也可同时使用。用于报尿时，应将尿探头夹入双层干燥尿布中最易感受到便液的地方；报尿后，用干布吸去探头上的尿液，则告知声自动停止。

用于踢被受凉告知时，将温度探头用别针固定在小孩的胸前内衣上或被子里侧，并盖好被子。几分钟后，被内温度上升并趋于稳定时，合上开关SA，调节微调电位器RP，使扬声器B处于临界不发声状态，大人即可安心睡觉。一旦小孩踢开被子，不到10s，告知器便发出提醒语。大人闻讯后，应一边切断开关SA使扬声器B停止发声，一边为孩子盖好被子。待被子内温度回升后，方可合上开关SA后安心入睡。

6.4　小学生测光文具盒

眼睛是心灵的窗户，表情达意、读书写字都离不开一双明亮的眼睛。但有关调查指出，青少年看书写字时，不注意环境光线的强弱，长期在光线太暗的环境下学习，是造成用眼疲劳、日久形成近视眼的一个重要原因。可见，要重视和保护眼睛，必须从小学生抓起。

这里我们制作一种实用有趣、构思巧妙的“测光文具盒”，它融普通文具盒和学生阅读书写环境照度监视器（实为测光显示器）为一体，可随时随地有效指导学生在合适的光线下学习，以保护视力。

6.4.1　工作原理

测光文具盒的电路如图6-11所示，它实际上是一个光线强弱检测显示器。光敏电阻器RL与微调电位器RP组成“光-电”转换器，并与作为晶体三极管VT2偏置电阻器的R1、R2构成了测光电桥，晶体三极管VT1、VT2构成简易差分放大器，R3既是发光二极管VD1、VD2的限流电阻器，同时也是差分放大电路的负反馈共模抑制电阻器。

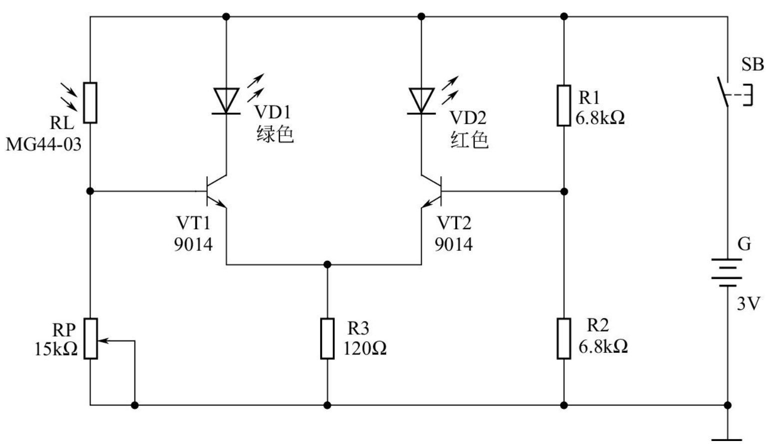


图6-11　测光文具盒电路图

当环境照度发生变化时，晶体三极管VT1的偏置电位会随着光敏电阻器RL阻值的改变而升降，而由电阻器R1、R2提供给晶体三极管VT2的偏置电位则是固定不变的。当环境照度较强时，光敏电阻器RL呈低阻值，此时晶体三极管VT1获得较高的偏置电位，使得VT1导通、VT2截止或趋向截止，于是发光二极管VD1发出绿光、VD2不发光或发出红光（仅在接近不允许阅读的最低照度时才发光），表示环境光线明亮，适合看书写字。当环境照度较弱时，光敏电阻器RL呈较高阻值，晶体三极管VT1的偏置电位低于VT2的固定比较电位，使得VT1截止而VT2导通，于是发光二极管VD1熄灭、VD2发出红光，表示环境光线太暗，应及时开灯或停止阅读书写。

电路中，由光敏电阻器RL、微调电位器RP、电阻器R1和R2构成的测光电桥，具有测光灵敏、准确的特点，而由晶体三极管VT1、VT2所构成的简易差分放大器，具有工作状态不受电源电压变化、环境温度变化等的影响，所以尽管电路简单，但工作却稳定可靠，完全能够满足测光显示之要求。

6.4.2　元器件选择

晶体管VT1、VT2均用9014型（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝310mW）硅NPN小功率三极管，要求两管尽量配对、电流放大系数β ＞200。VD1、VD2分别采用ϕ 3mm的高亮度绿

色和红色发光二极管。

RL选用MG44-03型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻（在100lx的光照度下测试）为5kΩ左右的普通光敏电阻器来代替。RP用普通WH7-B或WH124-2型微调电位器。R1～R3均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。

SB用KJ-123型转换式轻触开关，它既可当作一般的普通轻触开关使用，也可作为常闭型轻触开关或转换型轻触开关来灵活运用，用途十分广泛。KJ-123的外形尺寸为12mm×12mm×4mm，其外形和引脚排布如图6-12所示，它的脚距等均按标准设计生产，手感与普通轻触开关一样，触点最大负荷为直流0.25A×28V，完全能够满足一般使用要求。本制作中KJ-123被接成常闭型轻触开关来使用。

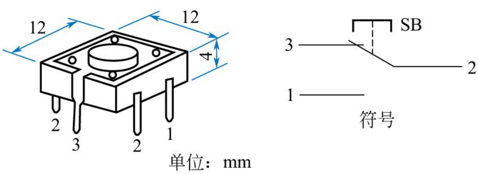


图6-12　KJ-123型转换式轻触开关外形和引脚排布

G用两粒计算器常用的SR44型（φ　11.6mm×5.4mm）或AG13、G13-A型扣式微型氧化银电池串联而成，电压3V。

6.4.3　制作与使用

如图6-13所示为该测光文具盒的印制电路板接线图，印制电路板实

际尺寸约为50mm×30mm。印制电路板上事先应开出一个11mm×11mm见方的小孔，用于固放电池G。电池G的电极夹按照图6-14所示，正极直接用轻触开关SB的引脚（图6-12中的第3脚），负极用一尺寸为7mm×7mm的薄磷铜片弯折成“L”形状，并直接焊在电路板上所开方形孔沿的敷铜板上即成。

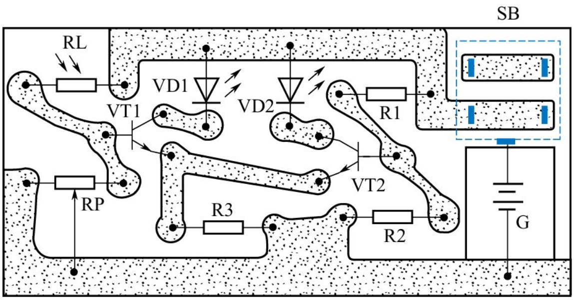


图6-13　测光文具盒印制电路板接线图

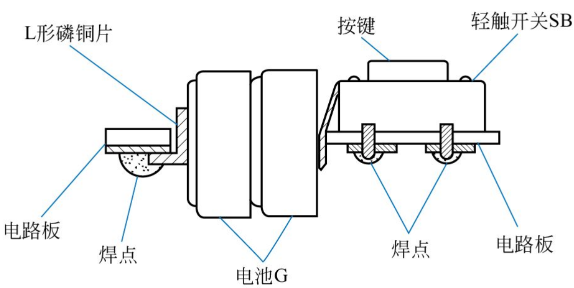


图6-14　电池G的电池夹结构示意图

整个测光显示器安装在尺寸约为53mm×33mm×15mm的绝缘材料小盒（可用薄塑料板、有机玻璃板粘制）内。盒面板为电源开关SB开出按键帽伸出孔，为光敏电阻器RL开出感光窗口，为发光二极管VD1、VD2

开出伸出孔，为微调电位器RP开出调节孔。为了方便使用，在面板上绿色发光二极管VD1的旁边标注上“正常”文字，表示该发光二极管点亮时，环境照度符合阅读书写的要求。在红色发光二极管VD2的旁边标注上“开灯”文字，表示该发光二极管点亮时环境照度太暗，打开电灯后才可以阅读书写。检查电路焊接无误、安装正确后，便可进行调试。

根据国家教育和卫生部门的有关规定，学生阅读书写时桌面光线照度应不低于100lx。电路调试时，可借助标准照度计对照调整，把标准照度计和测光显示器小盒同时置于桌面上，调节灯具的电源电压（指调光台灯）或改变灯具距桌面的距离，当标准照度计上指示值为100lx时，用小螺丝刀伸进电路盒上的调节孔，缓慢调节微调电位器RP阻值，使绿色发光二极管VD1处于临界不发光状态即可。调好的微调电位器RP应用快干漆封固，以防日后阻值发生变动。

如果调试时手头没有标准照度计，可用220V、15W白炽灯泡作光源，在灯泡正下方0.3m处（照度约为100lx）放置测光显示器小盒，按上述方法调试即行。注意，调试时220V市电电压应准确，周围环境不许有其他光源干扰，否则100lx照度误差会很大。

调试好的测光显示器小盒，参照图6-15所示用双面强力胶带纸直接粘固在普通文具盒内。要求轻触开关SB能够随着文具盒盖的开关而自动通断，即文具盒关闭时，盒盖顶压住SB的按键帽，使得SB内部两常闭触点自动断开电路电源；打开文具盒时，SB又能失去盒盖的顶压而自动接通电路电源。由于轻触开关SB的按键低矮，多数情况下文具盒盖根本无法直接顶压住按键，所以必须根据具体安装情况用强力胶在按键上面粘固一定高度

的塑料圆杆才行。

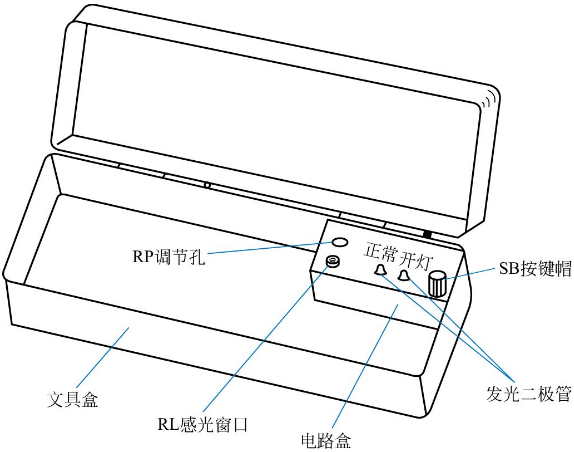


图6-15　测光文具盒外形图

这种带测光显示器的文具盒，对使用者无任何附加条件。每次打开文具盒取放东西时，电路自动通电测光；关闭盒盖后又自动切断电源。测光显示器工作时实测总电流值仅5mA，每换一次新电池，一般可使用一个学期。

6.5　语音劝诫烟灰缸

吸烟不仅影响周围他人身心健康，而且对自身构成严重危害。这里介绍一种新颖的语音劝诫烟灰缸，它集电子装置和烟灰缸于一体，能在吸烟者取下烟灰缸上的火柴盒（或打火机）点烟时，自动发出咳嗽声，并发出“不要再抽烟了”的语音，既有趣，又能奉劝人们戒烟。

赶快行动起来制作一个这样的烟灰缸吧，相信它能帮助你周围的“烟

民”从此下决心戒掉吸烟这一不良嗜好。

6.5.1　工作原理

语音劝诫烟灰缸的电路如图6-16所示，它由光控电路、语音发生电路和音频功率放大电路等几部分组成。其核心元件是内储模拟咳嗽声和“不要再抽烟了”的语音集成电路A，它能产生非常逼真的模拟声电信号。

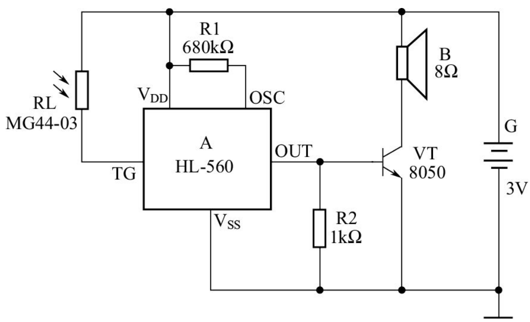


图6-16　让烟灰缸发出劝诫语言电路图

平时，放置在烟灰缸上特定位置处的火柴盒将光敏电阻器RL的受光面完全遮盖住。由于光敏电阻器RL无光线照射而呈高电阻值，语音集成电路A的正脉冲触发端TG无信号输入，所以A内部电路不工作，晶体三极管VT处于截止状态，扬声器B无声。

当吸烟者取下烟灰缸上的火柴盒准备点烟时，光敏电阻器RL受到室内光线照射而突变为低电阻值，语音集成电路A的触发端TG获得正脉冲触发电压，使A内部电路受到触发工作，从输出端OUT输出内储的语音声电

信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B发出两遍模拟烟雾刺激人体呼吸器官后的咳嗽声，接着发出“不要再抽烟了”的女中音劝告声。紧接着重复一遍，然后不论火柴盒是否被放回到原来位置均自动停止发声。

电路中，R1是语音集成电路A的外接振荡电阻器，其阻值大小影响语音声的速度和音调。R1的典型取值为680kΩ，阻值太大或太小时，都会使声音变调、失真，甚至变成啸叫声或无声。R2主要用于降低动态时电路的耗电量。阻值太小时，会影响扬声器B的发音量；阻值太大时，又会起不到应有的作用。R2的优选值一般在510Ω～1kΩ。

6.5.2　元器件选择

A采用HL-560型语音集成电路，它采用软封装形式制作在一块尺寸约为22mm×16mm的小印制电路板上（如图6-17所示），并有外围元器件焊接脚孔，使用很方便。HL-560的主要参数：典型工作电压3V，输出电流≤3mA，静态总电流＜1μA，工作温度范围-10～60℃。

VT用8050（集电极最大允许电流I_{CM} ＝1.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝1W）或9013、3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率晶体三极管，要求电流放大系数β ≥100。

RL选用MG44-03型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的光敏电阻器代用。R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。

B宜用ϕ 29mm×9mm、8Ω超薄微型动圈式扬声器。G用两节5号干

电池串联（需配带塑料电池架）而成，电压3V。

6.5.3　制作与使用

整个电路按照图6-17所示，以语音集成电路A的小印制电路板为基板，以扬声器B、电池架等为固定支架，全部焊装在如图6-18所示的市售非玻璃制品烟灰缸底座腔（直接作为语音电路盒）内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿语音集成电路A内部的CMOS电路。在烟灰缸底座合适部位处为扬声器B开出释音孔；在烟灰缸底座放火柴盒（或打火机）的地方为光敏电阻器RL开出感光小窗口，以便取掉火柴盒时室内光线能良好地照射到RL的受光面上，放回火柴盒时又能完全遮住光线，这样电路才能正常工作。

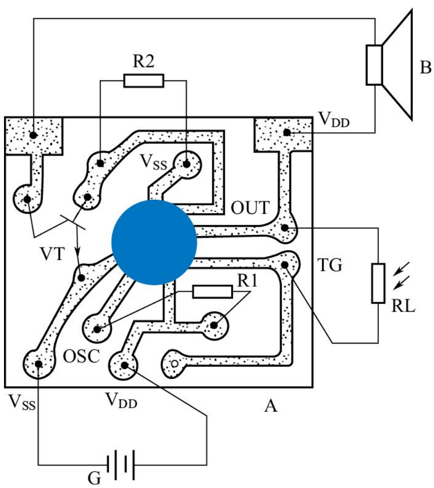


图6-17　语音劝戒烟灰缸外形图

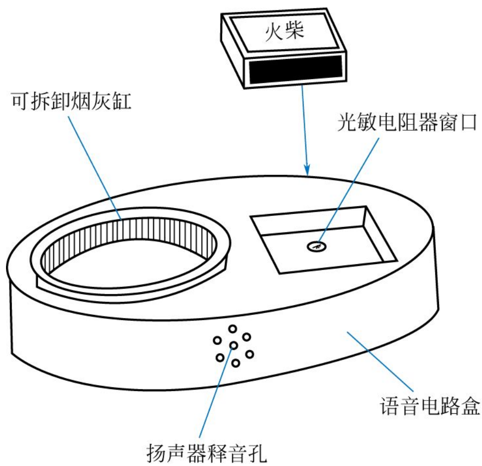


图6-18　语音劝戒烟灰缸外形图

因整个语音劝戒电路平时耗电甚微（实测静态总电流＜5μA），故无需另设电源开关。如嫌语音声的速度或音调不理想，可通过更改语音集成电路A的外接振荡电阻器R1阻值（560～820kΩ）来加以调整。R1阻值大，语音声速度慢、音调低沉，为男声；反之，则速度快、音调高尖，为女声。

该语音劝戒烟灰缸对使用者无任何附加条件，并且用电很节省，每换一次干电池，一般能用半年多时间。

6.6　按时服药提醒器

根据医学专家提示，病人每天科学服药的时间间隔应该按照24h平均计算。如一日服药两次者，应每隔12h服一次药；一日服药三次者，应每隔8h服一次药。但现实生活中不少病人经常忘记或不按时服药，致使疗

效降低，甚至病情反而加重。

这里介绍一种新颖的按时服药提醒器，把它与病人随身携带的药盒组装在一起，每到服药时间便发出悦耳的音乐声，催促主人赶快服药，真是个贴身“护士”。

6.6.1　工作原理

按时服药提醒器的电路如图6-19所示。带振荡器的14位二进制计数/分频器集成电路A1和外围元器件构成了计时电路，音乐集成电路A2和晶体三极管VT、电磁讯响器B等构成了音响发生电路。

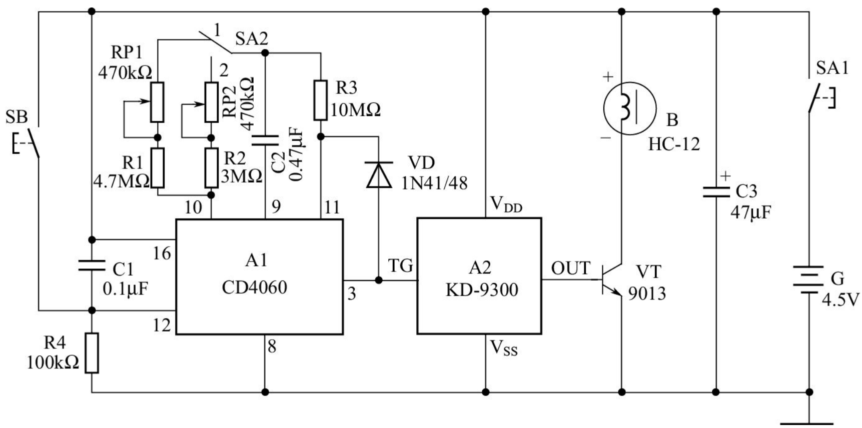


图6-19　按时服药提醒器电路图

微调电位器RP1和RP2、电阻器R1～R3、电容器C2等通过A1第9～11脚与其内部电路构成振荡电路，产生时钟脉冲信号，并直接送入A1内部分频器电路。当病人第一次服药后，闭合电源开关SA1，C1、R4在A1第

12脚（复位信号输入端）产生一正尖脉冲，使A1自动清零，计数开始。此时，音乐集成电路A2的高电平触发端TG经A1输出端第3脚接地（V_{SS}），A2不工作，电磁讯响器B无声。这一状态下整机耗电甚微，实测静态总电流＜15μA。经过一段时间（定时时间），A1计数经2^{13} ＝8192个脉冲后，A1第3脚（Q14端）跳变为高电平。该高电平一方面经隔离二极管VD加至A1第11脚，使该端恒为高电平，振荡停止，电路状态自保不变；另一方面触发A2工作，使其输出端OUT反复输出内储音乐电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动电磁讯响器B发出清脆悦耳的乐曲声，催促病人及时服药。待病人服药后，按动一下复位按钮SB，A1自动清零，并重复上述计数、发声过程，以提醒病人再次服药。

电路中，电磁讯响器B延时发声的时间长短由公式$t_1 \approx 2.3N(R_1+R_{P1})C_2$或$t_2 \approx 2.3N(R_2+R_{P2})C_2$进行计算。$N$为定时系数（计数脉冲个数），本电路A1输出端选第3脚（Q14端），为最大数8192。SA2为定时时间选择开关，当它拨于位置“1”时，B每次延时约12h发声，适合每日服药两次者使用；当SA2拨于位置“2”时，每次延时约8h发声，适合每日服药三次者使用。RP1、RP2分别为12h和8h定时时间微调校准电位器，其调节变化量可达70min。

6.6.2　元器件选择

A1选用CD4060或CC4060、MC14060型带振荡器的14位二进制串行计数/分频器数字集成电路。

A2选用KD-9300系列音乐集成电路芯片（尺寸24mm×12mm），

亦可用HFC1500、KD-152系列音乐集成电路直接代换。KD-9300的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

晶体管VT选用9013（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝625mW）或3DG12、3DK4、3DX201型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β＞100。VD选用1N4148型硅开关二极管。

B用HC-12型微型电磁讯响器，其外形尺寸及引脚排布见本书前面图4-3所示，它的最大特点是：发声效率高、体积（φ 12mm×8.6mm）小巧。HC-12型电磁讯响器的主要参数：直流阻抗16Ω，用声级计在距离器件10cm处测得声压电平≥82dB，质量2g。HC-12也可用同类产品——YX型微型直流电磁讯响器来直接代换。

RP1、RP2均用WH7-A型立式微调电位器。R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1用CT1型瓷介电容器，C2用CT4D型独石电容器，C3用CD11-10V型电解电容器。

SA1、SA2均用CKB-1型（1×2）微型拨动开关。SB用6mm×6mm微型轻触开关。G用SR44或G13-A型扣式微型电池三粒串联而成，电压4.5V。

6.6.3　制作与使用

如图6-20所示为该按时服药提醒器的印制电路板焊接图，印制电路板实际尺寸约为50mm×35mm。焊接时，晶体三极管VT插焊在音乐集成

电路A2芯片上专门的焊孔内，并通过4根长约7mm的元件剪脚线将A2焊接到电路板对应的数标孔内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A1、A2内部CMOS集成电路。

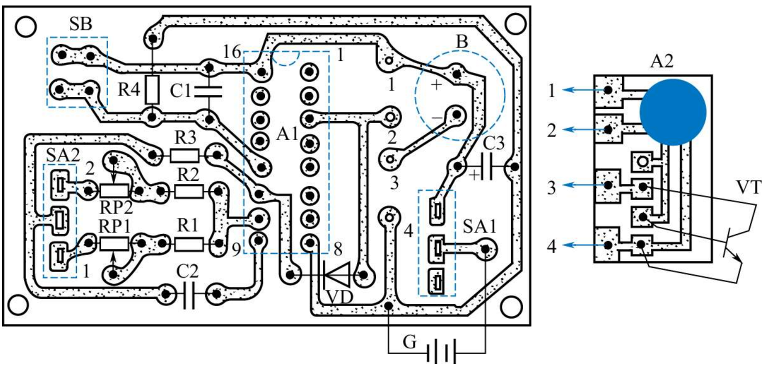


图6-20　按时服药提醒器印制电路板焊接图

焊接好的电路板连同电池G（带夹）一起装入尺寸约为70mm×54mm×18mm的塑料小盒内。盒内剩余空间用塑料片隔开后用于存放药品。

电路调试很简单：先将微调电位器RP1、RP2的滑动触头用小起子调至中间位置。然后闭合电源开关SA1，在定时时间选择开关SA2处于位置“1”时，看每次延时发声时间是否为12h，如不足12h，应适当增大RP1阻值；反之，如超过12h，则应减小RP1阻值。接下来将SA2拨至位置“2”，如法调节RP2使每次发声时间为8h即可。

使用时，应将这种带药盒的提醒器放置在患病者衣服的口袋内或随身携带的手提包内，并且将盒面板上电磁讯响器的释音孔朝外，以利发

声。由于整个提醒器电路平时耗电甚微，故每换一次电池，一般可连续使用数月时间。

顺便提醒：该按时服药提醒器除用于定时服药外，利用其8h定时讯响功能还可作“早晨起床呼叫器”使用。因为青少年每天科学睡眠的最佳时间为8h，每晚睡觉前合上电源开关SA1（定时时间选择开关SA2置“2”挡），则睡眠时间足够后其会马上呼唤主人起床。

6.7　半导体制冷降温头带

在炎热的夏季，将下面介绍的降温头带戴在头上，有利于提神并驱赶睡意，可提高工作效率；亦可代替冷敷毛巾，用于高烧病人降低前额温度，保护大脑不因身体发烧而受损。

该降温头带采用半导体致冷器件制作而成，通过改变工作电压来调节制冷量，具有低电压供电、安全可靠、效率高、无噪声和无污染等优点，是一种理想的个人防暑降温保健新品。

6.7.1　工作原理

半导体制冷降温头带的电路如图6-21所示，它由输出电压可调节的交流电源变换电路和半导体制冷器件两大部分构成。

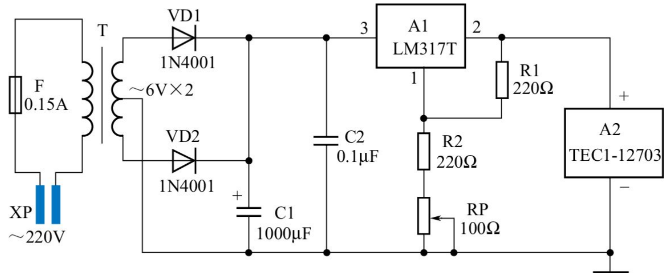


图6-21　半导体制冷降温头带电路图

A2为半导体制冷器件，它的制冷原理是建立在珀尔帖效应（具体讲为半导体温差电效应）基础上的，即当直流电通过两种不同材料的导体（或半导体）所形成的接点时，接点处会产生放热或吸热（制冷）现象。放热或吸热依电流方向不同而改变，放热或吸热量的大小则由电流大小来决定。这里我们采用的半导体制冷器件型号为TEC1-12703，其外形和结构如图6-22所示。当给它接上合适的直流电源时，冷面导热板（简称冷面，采用陶瓷板）就吸热，而热面导热板（简称热面）就会放热。如果维持电路中电流的通过，并设法将热量散失，就可达到在冷面制冷的目的。冷面吸热量的多少，主要取决于器件温差电元件的性能、电路中电流的大小、温差电偶的数量以及热面散热条件等 。如果将直流电源反接，则制冷面变为放热，利用这种放热可以进行加热。调整电流大小，可以精确地调节制冷、制热温度和速度，使用极为方便。

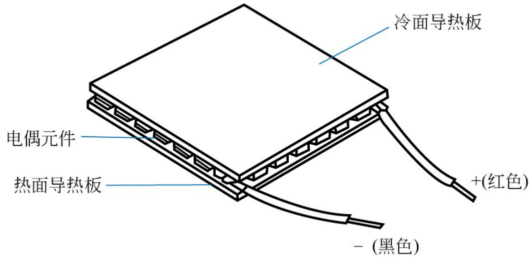


图6-22　TEC1-12703型半导体制冷器件外形和结构

TEC1-12703型制冷器件的外形尺寸为40mm×40mm×5mm，它主要由127对电偶对（亦称温差电元件）连接而成，仅重25g；额定直流工作电压12V，额定工作电流3A，最大温差ΔT　≥60℃（即冷面负载为零时，如热面温度为25℃，则冷面温度可达-35℃），最大产冷功率Q　≥34W。在适当的温差和使用条件下，制冷系数可达1.5。

如图6-21所示电路的工作过程如下：220V交流市电经电源变压器T降压和隔离、晶体二极管VD1和VD2全波整流、电容器C1滤波后，输出约6V直流电压。该直流电经可调式三端集成稳压器A1、调压电位器RP、电阻器R1和R2等构成的可调式稳压电路后，输出调压范围2.5～3V、工作电流为0.7～1A的直流电，供安装在如图6-25所示头带上的半导体制冷器件A2工作用电。于是，A2通过半导体温差效应不断地吸取冷面周围的热量，并通过与热面紧密相接的铝散热板有效地将热量辐射到周围空间去，从而达到降低使用者前额温度的目的。这里我们有意识地将A2工作电压取得比较低，使其功率不超过3W。实践证明：在正常使用条件下，能够将头带制冷面的温度降低并保持在12～17℃的最佳提神温度。

6.7.2　元器件选择

A1选用LM317T型可调式三端集成稳压器，其外形及引脚排列如图6-23所示，主要参数和特点：采用TO-220封装，输入电压范围5～40V，输入和输出电压差不小于2V，输出调压范围1.2～37V，额定输出电流1.5A，额定耗散功率1.5W；它对输出电压和电流的调整率（稳定度）都优于常见的固定三端集成稳压器，并且内部设置有过载保护、限流保护和安全保护电路，使用中不容易损坏。在本制作中使用时注意，不要忘记给它加装上一定尺寸的铝散热板。

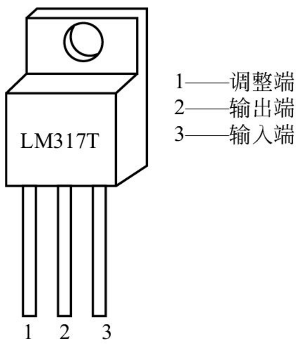


图6-23　LM317T型可调　式三端集成稳压器外形及引脚排列

A2采用TEC1-12703型半导体制冷器件，亦可用同类产品WCA03-127型来直接代替。如果在使用前不能确定其冷、热工作面，可用两节普通干电池串联（3V）后作电源，将器件的红色线接正极、黑色线接负极，用手感判制出冷、热工作面来。

VD1、VD2均用1N4001型普通硅整流二极管。RP用WS1-X型有机实芯电位器。R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1用CD11-10V型电解电容器，C2用CT1型瓷介电容器。

T用220V/6V×2、10W优质成品电源变压器。F用带管座的BGXP-0.15A型普通保险管。XP用普通交流电两极电源插头。

6.7.3　制作与使用

如图6-24所示为该半导体制冷降温头带的电源变换部分印制电路板接线图。印制电路板实际尺寸约为45mm×30mm。

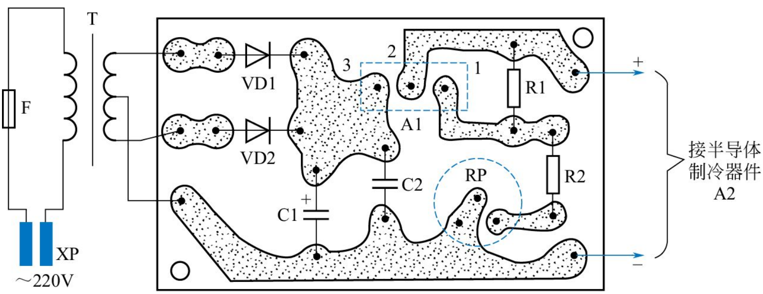


图6-24　半导体制冷降温头带印制电路板接线图

焊接好的电路板连同电源变压器T、保险管F等，装入尺寸合适的绝缘密闭小盒内。盒子上、下面适当位置处，应事先为电源变压器T开出通风散热孔；盒面板开孔伸出电位器RP的调节轴柄，并给轴柄配上合适的调节旋钮（为便于使用，应在盒面板标出调压范围）；盒侧面开孔通过长约2m的双股塑料外皮电线引出电源插头XP，通过长约1.2m的双股塑料外皮电线接通装在头带上的半导体制冷器件A2。

半导体制冷头带参见图6-25所示自行加工制作。铝散热片可采用功率放大器常用的多槽铝散热器，底面积约80mm×50mm，要求与A2热面导热板良好接触。为了增强制冷效果和扩大制冷面积，A2的冷面导热板上应加装上尺寸约为80mm×50mm的吸热铝皮。无论是多槽铝散热器还是吸热铝皮，都要通过小螺钉和螺母紧密地固定在塑料基体（兼隔离冷、热作用）上，并且在安装前都要在A2及其接触面上涂抹上导热硅脂（最好用半导体制冷器件专用的SE-3型导热硅脂），以保持良好的冷热传导效果。

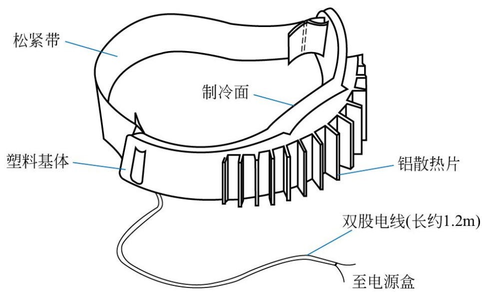


图6-25　半导体制冷降温头带外形图

使用时，将降温头带戴在头上，接通220V交流电，通过电位器RP的旋钮由小（2.5V）到大（3V）调节半导体制冷器件A2的工作电压，使前额的温度达到冷热适当即可。如果发现冷面发热、散热板面制冷的反常现象，只要对调一下A2接直流供电电源的“＋”“-”极接线头，即可调整过来。

该降温头带也可用于汽车驾驶员，通过对驾驶员头部（主要是额角和太阳穴）的制冷，造成一定刺激作用，可防止打瞌睡，从而保持清醒的头脑，减少和避免交通事故的发生。当在汽车上使用时，应对如图6-21所

示的电源变换电路进行改造，以便与汽车上的12V蓄电池（也叫电瓶）相匹配。具体方法：取掉电源变压器T、整流二极管VD1和VD2不用，将保险管F改成1.5A直流保险管，将电源插头XP改换成与汽车驾驶室内“点烟器”相配套的专用插头，其引线分清“＋”“-”（搭铁）极性后，直接接在电容器C1两端即成。改造后的电源变换器体积更小，在使用时直接将插头插入“点烟器”的插口，即可向降温头带供电。用毕后可拔下插头连同降温头带一起收藏起来，非常方便。

6.8　食品腐烂检测器

在气温高、湿度大的夏天，食物的存放及新鲜程度直接关乎每家每户人们的健康。这里介绍的食物腐烂检测器，是确保饮食卫生的“好帮手”：将检测器的两根针状电极插入肉类等食物中，若无声、光信号产生，说明食物新鲜可食用，或可放入冰箱（柜）保存；若发出声、光告警，则说明食物已变质不宜食用。

6.8.1　工作原理

食物腐烂检测器的电路如图6-26所示。由晶体三极管VT1、VT2等组成的施密特触发电路和针状电极a、b构成了食物探测器；晶体三极管VT3和电阻器R6等构成了电子开关；自带声源微型直流音响器HA和发光二极管VD等构成了声、光发生器。

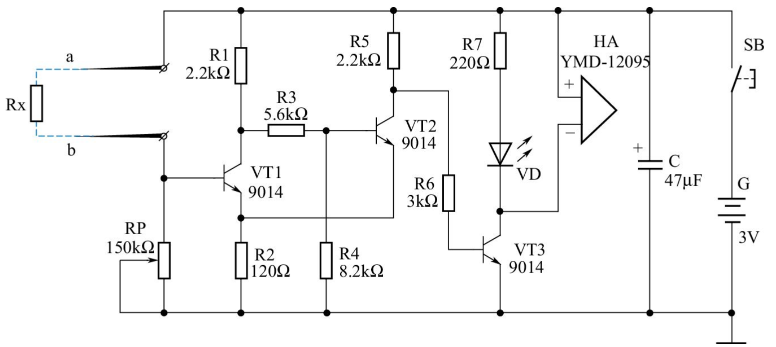


图6-26　食物腐烂检测器电路图

当针状电极a、b插入食物时，食物本身的电阻Rx就接入了电路。Rx阻值除与针状电极a、b插入食物的间距、深度等有关外，还与食物新鲜程度及所含水分、电解质等有关。一般说来，在针状电极a、b插入食物的间距和深度固定不变的条件下，同一品种的食物，越是新鲜其反映出来的电阻值Rx也就越大。例如，当针状电极a、b间距为10mm、长度为20mm时，测得新鲜带鱼电阻为20kΩ，而变质带鱼电阻小于10kΩ。将电路中电位器RP的阻值调至5.6kΩ，则当所测带鱼新鲜时，Rx电阻值较大，晶体三极管VT1无合适偏压而截止，VT2呈导通状态，VT3无法获得合适偏流而截止，发光二极管VD和自带声源微型直流音响器HA均无电不工作。当所测带鱼Rx≤10kΩ时，VT1会获得合适偏压而导通，其集电极电位下降，和它相连的VT2基极电位亦下降，于是VT2由导通变为截止，VT3获得合适偏流而导通，VD通电发光、HA通电发出告警声，表示被测带鱼已变质不能食用。

由于电路中使用了施密特触发器，所以电路探测灵敏度比较高。在电位器RP的阻值设定好以后，只要Rx低于某一阻值，电路就会发生状态

突变而发出声、光告警。

6.8.2　元器件选择

HA选用YMD-12095型自带声源微型直流音响器，要求工作电压3V，并选用发断续声响的II型产品，以增强告警效果。YMD-12095的外形尺寸及引脚排列如图6-27所示，它是在普通电磁音响器内部集成了音频振荡器电路制造而成，故亦可称作有源式微型电磁音响器；它不需要外加任何音频驱动电路，只要接通直流电源就能直接发声，使用极其方便。YMD-l2095的主要参数：体积仅为ϕ 12mm×9.5mm，质量小于2g；发声频率为2～2.6kHz，典型值为2.3kHz；功耗低，额定工作电流＜20mA；在10cm处测得其声压电平≥87dB；在-30～75℃能正常工作，适合在各种仪器、仪表和微型报警装置上作发声器件。

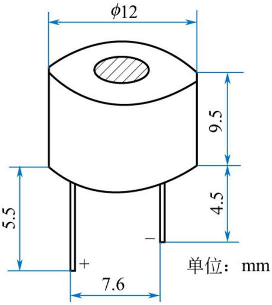


图6-27　YMD-12095型直流音响器外形尺寸及引脚排列

VT1～VT3均用9014（集电极最大允许电流I_{CM} =0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} =310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放

大系数β >100。VD用BT-204型（ϕ 5mm）普通红色发光二极管。

RP用WS2-1型有机实芯电位器。R1～R7均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CD11-10V型电解电容器。SB用6mm×6mm立式微型轻触开关。G用两节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压3V。

6.8.3　制作与使用

如图6-28所示为该食物腐烂检测器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为70mm×30mm。

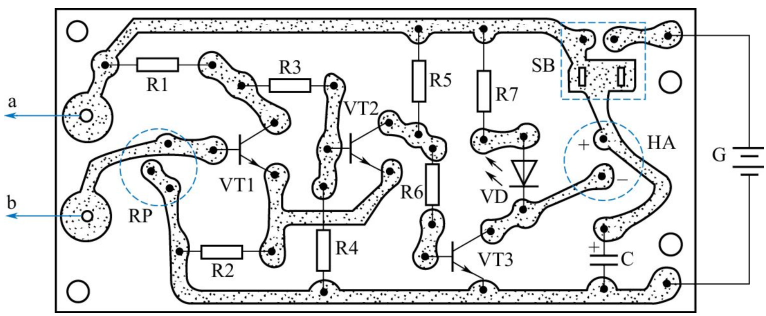


图6-28　食物腐烂检测器印制电路板接线图

整个电路按照图6-29所示，全部焊装在一个手持方便的长条形绝缘小盒内，盒子外形尺寸约为150mm×35mm×20mm。针状电极a、b可用针灸用的不锈钢针或缝衣钢针，将它用电路板常用的小型铜接线柱固定在电路板上，其针尖从盒子前端伸出，保证间距10mm，使用时插深20mm。盒子面板开孔固定电位器RP和伸出发光二极管VD管帽，并为自带声源微型直流音响器HA开出释音孔；盒子侧面开孔伸出微型轻触开关

SB的按键帽。

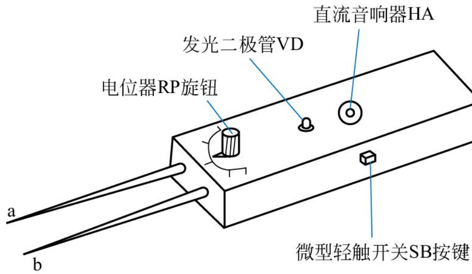


图6-29　食物腐烂检测器外形图

由于不同食物的检测电阻各不相同，所以在测定不同食物时要求改变电位器RP的阻值。当R_P =5.6kΩ时，可测定鱼类质量；当R_P =120kΩ时，R_X ≤200kΩ告警，可用于测定猪肉的质量。其他各种食物可根据当地产品试验决定，并在RP刻度盘上标明测不同食物时的位置，以方便使用。

6.9　蚊虫克星——电蚊拍

市场上盛行的电子高压灭蚊手拍（简称"电蚊拍"），以其实用、灭蚊效果好、无化学污染、安全卫生等优点，普遍受到人们的欢迎。其实这种电灭蚊拍线路简单，业余条件下制作十分容易，而且造价仅为市售成品价格的1/5～1/3。

6.9.1　工作原理

电蚊拍的电路如图6-30所示，它主要由高频振荡电路、三倍压整流

电路和高压电击网DW三部分组成。

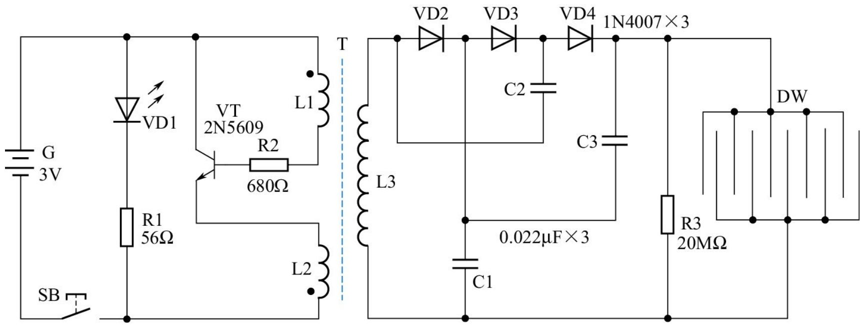


图6-30　电蚊拍电路图

当按下电源开关SB时，由晶体三极管VT和高频变压器T构成的高频振荡器通电工作，把3V直流电变成18kHz左右的高频交流电，经T升压到约500V（L3两端实测），再经晶体二极管VD2～VD4、电容器C1～C3三倍压整流升高到1500V左右，加到电蚊拍的金属网DW上。当蚊蝇触及金属网丝时，虫体造成电网短路，即会被电流、电弧灼伤或击晕、击毙。

电路中，发光二极管VD1和限流电阻器R1构成电源指示灯电路，用来指示电路通断状态及显示电池电能的耗损情况。

6.9.2　元器件选择

晶体管VT选用2N5609型硅NPN中功率三极管，亦可用8050、9013型等常用三极管代替。VD1用ϕ3mm红色发光二极管，VD2～VD4用1N4007型硅整流二极管。

R1～R3均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1～C3一律用CL11-630V

型涤纶电容器，SB用6mm×6mm立式微型轻触开关。G用5号干电池两节串联（配塑料电池架）而成，电压3V。

高频变压器T需自制：选用2E19型铁氧体磁芯及配套塑料骨架，L1用φ 0.22mm漆包线绕22匝，L2用同号线绕8匝，L3用φ 0.08mm漆包线绕1400匝左右。注意图中黑点为同名端，头尾顺序绕，绕组间垫一两层薄绝缘纸。

6.9.3　制作与使用

如图6-31所示为该电蚊拍的印制电路板焊接图。印制电路板最好采用环氧基质单面铜箔板制作，实际尺寸约为56mm×28mm。

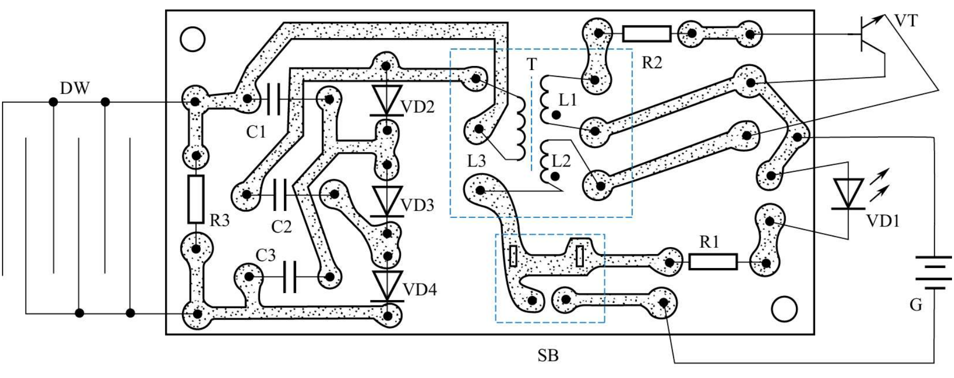


图6-31　电蚊拍印制电路板焊接图

整个电蚊拍可用旧的羽毛球拍做骨架组装。拆掉羽毛球拍上原有的网线和手柄，按图6-32所示，用φ 1mm左右镀锌铁丝在球拍上平行布线，间距不大于4mm。两组网线可有意布在不同平面上，这样可避免因人手误

碰网线而发生的电击现象，但对电击蚊蝇效果无影响。另用180mm×35mm×20mm塑料盒或ϕ 35mm×180mm硬塑料管加工制成手柄，将电路板、电池架装入，并在合适位置处开孔固定按钮开关SB和发光二极管VD1。最后用热熔胶固定网拍，把网拍两电极引线焊在电路板上的电阻器R3两端即成。只要焊装正确无误，无须任何调试便可投入使用。

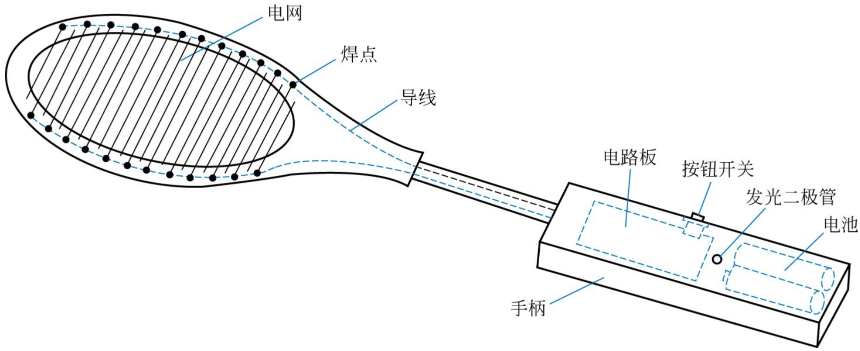


图6-32　电蚊拍组装示意图

使用时，手握网拍把柄，按下按钮开关，像使用普通蚊蝇拍一样挥拍，让网面触及飞动的蚊子（或苍蝇、飞蛾），即可迅速将其击毙。该电蚊拍耗电省，工作电流实测约120mA，每换一次新电池可使用数月。由于其输出功率有限（瞬间短路电流实测≤1.5mA），故对人及宠物绝对安全。当人体不慎触及网面时，仅会发生局部短暂麻刺。但注意不要在严禁烟火的场所或水中使用。当网面上粘有残余虫骸时，可用毛刷清除或直接抖落，勿用湿布或水擦洗，必要时可用棉花浸酒精清擦。

6.10　小型消毒液发生器

人人都讲卫生是社会文明和群众整体素质提升的具体表现之一。随着我国社会的不断进步发展和人民生活水平的不断改善，人们对环境的清洁卫生及家庭消毒越来越重视。

作为一名“电子制作迷”，何不动手制作一台能够生成消毒液的小型消毒液发生器呢？它既可满足家庭、工厂车间、单位办公室、学校班级等小场合的一般消毒需要，又具备在灾害发生地区大面积推广使用的可能。

6.10.1　工作原理

小型消毒液发生器的电路如图6-33所示，它实质上是一个具有定时功能的小型电解食盐水装置。220V交流电经电源变压器T降压、晶体二极管VD1和VD2全波整流后，输出约4.2V（实测）直流电，通过阴、阳两电极，对食盐水进行电解，以获得主要化学成分为次氯酸钠及氧原子的碱性溶液，经适当稀释后，就可用来进行各种消毒。

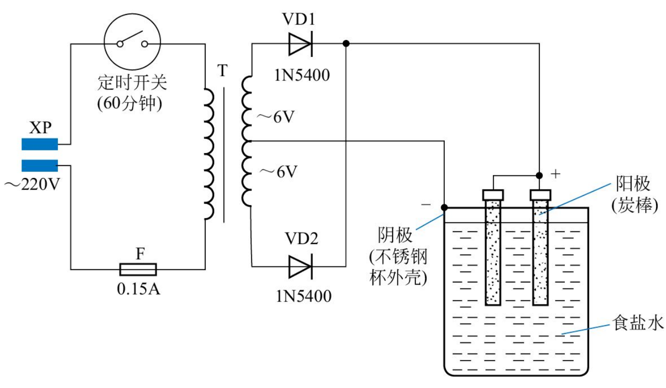


图6-33　小型消毒液发生器电路图

众所周知，食盐（NaCl）是强电解质，溶于水后会全部电离成Na^+和Cl^-；水是极弱电解质，微弱电离成H^+和OH^-。当将食盐水注入消毒液发生器的电解杯内，并接通直流电源后，就发生下列电解反应：

$$2NaCl + 4H_2O \xrightarrow{通电} \underset{（阴极附近）}{2NaOH} + \underset{（阳极）}{Cl_2\uparrow} + \underset{（阳极）}{O_2\uparrow} + \underset{（阴极）}{3H_2\uparrow}$$

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HClO$$

$$NaOH + HClO \longrightarrow NaClO + H_2O$$

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$

同时，部分OH-在阳极放电产生氧原子：

$$4OH^- - 4e \longrightarrow 2H_2O + 2[O]$$

此外，次氯酸遇光易分解，也产生氧原子：

$$HClO \xrightarrow{光} HCl + [O]$$

上述HClO、NaClO、Cl_2、[O]均为强氧化剂，具有很强的杀灭病菌作用，因而制得的电解液可用来进行一般消毒。

6.10.2　元器件选择

VD1、VD2均用1N5400（最大整流电流3A、最大反向电压50V）型硅整流二极管，亦可用2CZ56A（3A、25V）或1N5401（3A、100V）等同类产品来直接代换。

定时开关采用普通电风扇常用的发条驱动式60min（分钟）电源定时开关，要求配带合适的塑料旋钮。定时开关在电路中的作用是自动控制电解的时间。如果一时购买不到合适的定时开关，可以省去不用（定时开关两端线头直接相连），通过观看钟表计时、手工接通和断开插头XP的220V交流电源来控制电解时间。

T用成品220V/2×6V、20W小型双绕组输出（带抽头）电源变压器，要求质量有保证，输出功率足够。F用BGXP-0.15A型普通保险管，并配带塑料安装管座。XP用220V交流电器常用的普通二极电源插头。

电解杯采用市售500mL（毫升）容积的不锈钢水杯，要求其内径约8.4mm、高约100mm。阳极采用从大号废干电池（R20-1.5V型）里退出来的两根炭棒（尺寸约ϕ 7.5mm×56mm），其端头的金属帽正好用来焊接电源线头；阴极不必另外选择材料，直接用电解杯的不锈钢外壳即可。

6.10.3 制作与使用

将电源变压器T、晶体二极管VD1和VD2、保险管F、定时开关等，按照图6-33所示电路焊装在一个体积合适的绝缘材料小盒内。小盒体积约为120mm×90mm×55mm，可用现成的塑料饭盒等来代替。盒面板参照图6-35右边所示，开孔安装定时开关；盒子适当位置处开出两个小孔，分别通过长约1.5m和0.5m的双股塑料外皮电线，引接出电源插头XP和电解电极。盒子适当位置处，还应为电源变压器T开出散热小孔。

电解电极需自行加工组装：取一尺寸约100mm×25mm×1.5mm的有机玻璃板或胶木板，按照图6-34所示尺寸和位置打三个小圆孔。参照图

6-35左上角所示，在两个大一点的圆孔中同一方向嵌入两根炭棒的金属帽端，并焊接直流电源正极线头，以作为阳极；另取一20mm×6mm左右的不锈钢片，弯折成“U”形，在中央位置钻一φ 2mm的小孔，用铜铆钉将其铆固在有机玻璃板的小圆孔内，并焊接直流电源负极线头，既作为接通阴极（不锈钢杯外壳）的插销片，又作为电解电极架搁在不锈钢杯上的定位（以免左右移动而发生阴、阳极短路故障）夹片。为了防止电解液腐蚀电极接线头及固定铜铆钉等，可将其全部用环氧树脂或热熔胶密封起来。

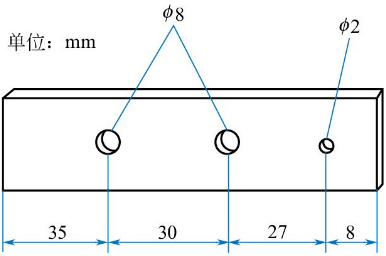


图6-34 有机玻璃板的加工

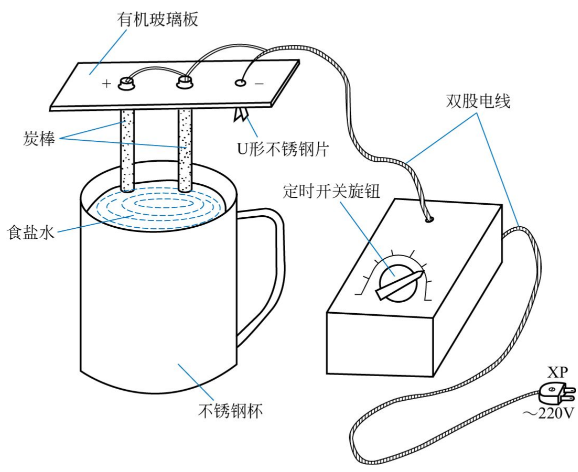


图6-35 小型消毒液发生器外形图

装配成的小型消毒液发生器，其外形如图6-35所示。在正式投入使用前，应检验其工作性能和指标是否达到设计要求。具体方法是：在电解杯内放入20g精盐和500mL（0.5kg）水，搅拌使盐完全溶解。安放好电解电极架，接通220V交流电源，此时可见电解杯内炭棒和杯壁上均泛起气泡，表示电解开始。用DT830B型普通数字万用表测量电极上电压应为4.2V左右，电流应为2.7～3A，表示此装置可正常工作。如果工作电流偏大，可适当减小炭棒插入食盐水的深度；反之，则应尽量加大炭棒插入食盐水的深度，或者使炭棒尽量靠近电解杯的内壁（即阴极）。

每次使用时，应在电解杯内放入20g精盐和500mL水，使盐全部溶解。选择阴凉通风处放置发生器，将定时开关旋至60min的最大位置，将电源插头XP插入220V交流电源插座，即可看到电极上不断有气泡泛起；1h后定时开关自动断开电源，电解结束。这时，应及时从电解杯内倒出母液，并用布片或毛刷将电解杯和电极用水擦洗2～3遍，以防止电极等腐蚀损坏。

这种电解生成的消毒液是当今世界普遍推广使用的高效、广谱杀菌剂，能有效杀灭肝炎病菌、大肠杆菌、葡萄球菌、枯草杆菌等病菌，并能预防肝炎、伤寒、霍乱、痢疾等疾病传染，对各类皮肤病、传染性疾病也有一定的治疗作用。对残留于蔬菜、果品表面的农药，还具有较好的氧化脱毒作用。经国家有关部门鉴定，这种消毒液对病菌杀灭率达到99.9%，可广泛应用于餐具、卫生间、浴盆、病人用具、蔬菜、水果等的清洁消毒。除此以外，它还对清洁除垢、除臭和漂白有明显的效果；在日常生活中还有许多妙用，如身体被蚊虫叮咬，涂抹一点，就会立刻止痒；生火疖子、痤疮，抹上也会很快消失，且不留疤痕。真是“不用不知道，一用真

奇妙。”一经使用后，就会再也离不开它了。

我们所制成的消毒母液，其有效氯含量达3200×10-4%（即3200ppm），通过用水按一定比例稀释后即可使用。表6-1列出了不同消毒类别下母液的稀释比例及用法，仅供读者参考。消毒母液不宜久存，应随时制取、随时使用，以免效能降低。

表6-1　不同消毒类别下母液的稀释比例及使用方法

类别	浓度（体积比）	消毒方法	消毒时间/min
家具、电话机、门拉手、桌椅、地面、墙壁等的消毒	1 ∶ 10	擦拭或喷洒	≥ 30
普通餐具、茶具、脸盆消毒	1 ∶ 20	浸泡、擦拭或喷洒	≥ 3
对手、脚及其他部位的清洁和消毒	1 ∶ 10	浸泡或擦拭	≥ 3
内衣、内裤等的清洁和消毒	1 ∶ 20	浸泡	≥ 10
蔬菜、水果、鱼肉类的消毒	1 ∶ 70	浸泡	≥ 3
肝炎、结核病人用过的物品或衣物的消毒	1 ∶ 10	浸泡、喷洒和擦拭	≥ 30
病人便器、痰盂、呕吐排泄污染物的消毒	1 ∶ 5	擦拭、浸泡、冲洗或喷洒	≥ 30
小动物及禽舍的消毒、除臭	1 ∶ 10	浸洗或喷洒	≥ 3
厨具、厕所、浴盆等的消毒	1 ∶ 10	浸泡、擦拭或喷洒	≥ 3
饮用水的消毒（井水、河水、塘水）	1 ∶ 300	投放	≥ 30
污水排放处理	1 ∶ 50	投放	≥ 3

第 7 章

节能环保类制作

本章介绍了 10 个涉及节能环保内容的实用电子小制作，它们是家庭实现节电、节水及绿色环保生活的“小利器”和“得力助手”。这些制作实例是读者在掌握了第 1 章“手把手教你学制作”入门制作技能后的延伸和提高，可根据需要选择并自行设计具体的制作步骤和流程等，充分发挥个人能动性开展“动手做”。通过制作与使用，能够让读者尽快成为一名运用电子小作品来宣传和展示“节能环保，绿色生活”理念的“电子践行者”。

7.1　电动玩具车延时开关
7.2　收音机延时开关
7.3　电子“蜡烛”
7.4　电子“爆竹”
7.5　LED 手电筒
7.6　微型太阳能收音机
7.7　太阳能充电器
7.8　太阳能热水器水满告知器
7.9　电冰箱门忘关告知器
7.10　节电延寿电烙铁

7.1 电动玩具车延时开关

给普通电动玩具车附加下面介绍的简单延时开关，只花1元钱左右，便可实现延时自动关闭玩具车电源，从而避免因忘记关闭电源开关而造成的电池电能白白消耗殆尽及流液现象发生。

实际上，这一延时开关不仅限于用于普通电动玩具车辆，还适合在各种普通的电动玩具、电子声光玩具上面加装，只要安装合理，节电效果是十分明显的。

7.1.1 工作原理

电动玩具车延时开关的电路如图7-1所示。其中直流小电动机M、电源开关SA和电池G等，是玩具车上原有的部件。

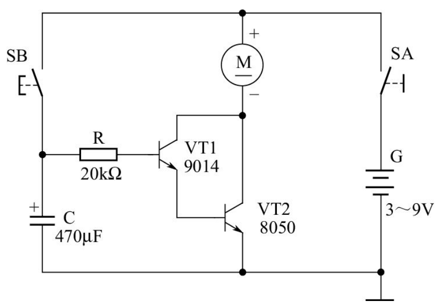


图7-1 电动玩具车延时开关电路图

当闭合电源开关SA并按动一下按钮开关SB时，电容器C便充上了电。充好电的电容器C通过电阻器R和晶体三极管VT1、VT2的发射结构成放电回路，使晶体三极管VT1、VT2构成的复合管饱和导通，电动机M通

电工作，小车跑动。经过一段时间，电容器C放电完毕，晶体三极管VT1、VT2截止，电动机M停止工作，小车便自动停下来。

很显然，增加了延时开关的玩具车辆，在接通原有的电源开关SA后，并不会像以往那样马上就工作，只有按动一下按钮开关SB，才会延时跑动一段时间，然后自动停止工作。如要让玩具车继续跑动，就要再次按动按钮开关SB。每次延时结束后，晶体三极管VT1、VT2均处于截止状态，电路静态总电流（即通过电动机M的电流）基本上为零，所以电路不再会消耗电池G的电能。这一状态下，即使忘记断开玩具车原有的电源开关SA，也不再会有电池G电能白白消耗殆尽的事发生了。

电路中，电容器C的容量大小和电阻器R的阻值大小，影响着电动机M每次延时工作的时间。通过改变电容器C的数值，可以控制小车每次跑动的距离。按图7-1所示选取电容器C的容量，电动机M每次运转的时间大约为30s。注意，电阻器R的阻值一般不变动，否则有可能影响到晶体三极管VT1、VT2的饱和导通状态。

7.1.2　元器件选择

晶体管VT1可用9014（集电极最大允许电流$I_{CM}=0.1A$，集电极最大允许功耗$P_{CM}=310mW$）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta\geq100$；VT2选用8050型（$I_{CM}=1.5A$，$P_{CM}=1W$）硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta\geq50$。

R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CD11-10V型电解电容器。SB用小型自复位按钮开关，常见的型号是KAX-1、DS-402等，如无合适的开

关，可用磷铜皮自行弯制。

7.1.3　制作与使用

如图7-2所示为电动玩具车延时开关的印制电路板接线图。印制电路板用刀刻法制作，实际尺寸约为30mm×20mm。

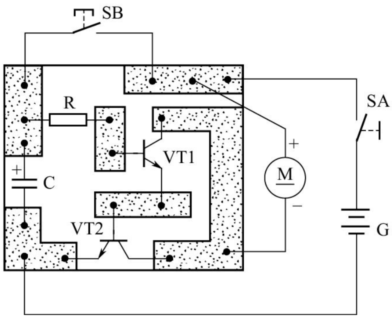


图7-2　电动玩具车延时开关印制电路板接线图

焊接好的电路板装入欲改造的玩具车内空隙位置处，并通过4根引线与玩具车原有电动机M、电池G及电源开关SA（实际上可省掉不用）相接。按钮开关SB则在玩具车的外壳适当位置处开孔安装固定。

装配好延时开关的玩具车，只要元器件质量有保证，焊接无误，一般不需要任何调试便可投入使用。如果嫌玩具车每次约30s的延时工作时间太短（或太长），可通过适当增加（或减小）电解电容器C的容量来加以调整。

每次使用时，先闭合电源开关SA，再按动一下按钮开关SB时，玩具车即开始通电跑动。延时时间结束，再次按动按钮开关SB时，即可让玩具

车继续跑动。使用结束，断开电源开关SA即可。当然，忘记断开电源开关SA，也是没有多大影响的。

7.2　收音机延时开关

许多读者都有晚上睡觉前在枕边听收音机的习惯。有时听着听着便进入了梦乡，而收音机还在一直响着，既浪费电能，又影响睡眠。如果给普通收音机加装上下面介绍的延时开关，就可有效解决这一问题。

7.2.1　工作原理

收音机延时开关的电路如图7-3所示。其中：虚线右边为收音机原有电路，虚线左边为新增延时开关电路。

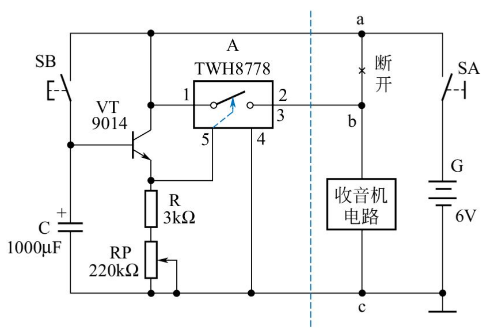


图7-3　收音机延时开关电路图

平时，晶体三极管VT处于截止状态，功率开关集成电路A因控制端第5脚上无电压，故其内部开关电路断开，收音机无电不工作。当用手按动一下按钮开关SB时，电容器C两端就会获得与收音机电源电压相等的充

电电压，以后电容器C通过晶体三极管VT的发射结、电阻器R和微调电位器RP缓慢放电，使晶体三极管VT导通，功率开关集成电路A的第5脚获得接近电源电压的控制电压。该电压远大于控制功率开关集成电路A“接通”的最低控制电压，即≥1.6V，故功率开关集成电路A的内部电路接通（实测第1、2脚之间压降＜0.2V），收音机通电正常工作。经过一段时间，电容器C两端电压降至2V左右，晶体三极管VT发射极输出电压＜1.6V，功率开关集成电路A就会因第5脚失去合适的控制电压而关断，收音机自动断电停止工作。

电路中，收音机延时工作的时间长短主要由电容器C的容量大小，以及电阻器R与微调电位器RP的阻值大小决定。按图所标参数选用元器件，则延时时间可通过调节微调电位器RP的阻值，在5～40min（分钟）内任意选择。

7.2.2　元器件选择

A选用TWH8778型功率开关集成电路，它采用TO-220五脚塑封包装，体积小便于安装，外形及引脚排列参见本书前面图2-19所示。TWH8778的内部设有过压、过热、过流等保护电路；通用性强，可在28V、1A以下做高速开关。它只需在“控制”端（第5脚）加上约1.6V（最大值6V）电压，就能快速控制输出端（第2、3脚）所接负载电源的通断，控制极输入电流仅50μA左右，输入端（第1脚）与输出端之间导通时的电压降一般为0.18～0.45V。TWH8778也可用外形、功能完全一样的同类产品QT3353来直接代换。

晶体管VT可用9014（集电极最大允许电流I_{CM} =100mA，集电极最大允许功耗P_{CM} =310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta \geq 150$。

RP用国产WS30型（ϕ 8.6mm×10.3mm）小型立式有机实芯微调电位器，标称阻值为220kΩ（常标注成224字样），亦可用其他普通小型微调电位器来代替。R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CD11-10V型电解电容器。SB用KAX-1或DS-402型小型自复位按钮开关，亦可用6mm×6mm小型轻触开关。

7.2.3 制作与使用

如图7-4所示为收音机延时开关的印制电路板接线图。印制电路板可用一块“洞洞板”，实际尺寸约为30mm×25mm。

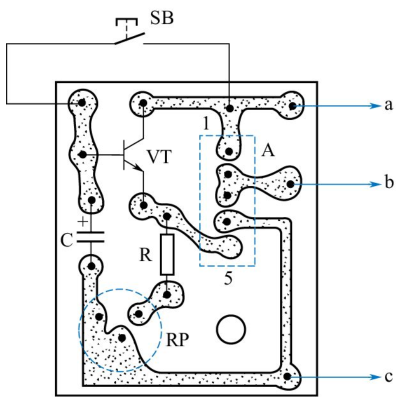


图7-4 延时开关印制电路板接线图

焊接好的电路板装入欲改造的收音机内空隙位置处，并按照图7-3所

示，通过a、b、c三根引线与收音机原有电路相接。在收音机外壳适当位置处开孔安装固定按钮开关SB，并在外壳背面适当位置处开一小孔，以便伸进小螺丝刀调节微调电位器RP的阻值。

使用时，首先闭合收音机电源开关，然后再按动一下自复位按钮开关SB，则收音机便会延时工作一段时间，随后自动断电停止工作。收音机延时工作的时间长短，可通过改变微调电位器RP的阻值在5～40min选择。RP阻值调节合适后，以后使用就没有必要再调节。当白天收听节目的时间超过延时设定时间时，可通过再次按动SB按钮来实现延续收听。

顺便指出：上面介绍的电子延时开关，除了用于改造普通收音机外，还可直接用于改造其他3～6V电池组供电的电子小产品，有兴趣的读者不妨动手一试。

7.3　电子“蜡烛”

动手做一支电子“蜡烛”，在欢度圣诞之夜或庆贺生日时点“燃”它，别有一番情趣。当然，平时也可用它来作为夜间的装饰性照明。

电子“蜡烛”和真蜡烛相比，使用时更清洁、更安全，其闪烁之光，既柔和明亮，又不怕风吹气扑，真是“拥有一支，其乐无穷”。

7.3.1　工作原理

电子“蜡烛”的电路如图7-5所示，它由振荡、升压、整流和氖泡闪烁四部分电路组成。由于电路采用1.5V干电池供电，而氖泡正常发光需要高

达65V的起辉电压，所以必须采用振荡及升压电路将1.5V电压提升为合适的高电压。

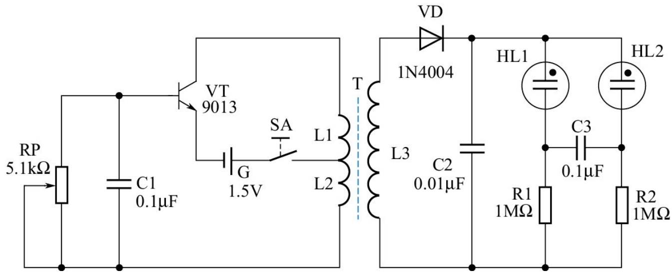


图7-5　电子“蜡烛”电路图

晶体三极管VT和升压变压器T的初级线圈L1、L2，以及微调电位器RP、电容器C1等组成了典型的共基极电感三点式振荡器，振荡频率主要由初级线圈L1和L2的匝数、电容器C1的容量以及微调电位器RP的阻值共同决定。初级线圈（L1＋L2）产生的振荡电压，有一小部分从L2两端取出，经微调电位器RP和电容器C1正反馈到晶体三极管VT的基极，通过晶体三极管VT放大后，对振荡回路的能量不断进行补充，以建立起稳定的振荡。初级线圈产生的振荡电压通过互感作用，在次级线圈L3两端获得约100V的交流电压。此交流电压经晶体二极管VD整流、电容器C2滤波，供给氖泡闪烁电路用电。这里利用氖泡HL1、HL2的负阻特性，以及电阻器R1、R2和电容器C3的充放电特性，巧妙地构成了一个张弛振荡器，使得氖泡HL1、HL2能够交替辉光闪烁，从而模拟出蜡烛火焰跳动的效果来。

电路中，RP是晶体三极管VT的基极直流偏置微调电位器，C1是晶体三极管VT的正反馈电容器；通过适当改变微调电位器RP的阻值和电容

器C1的容量，可改变振荡器的工作频率和振荡信号强弱。R1、R2既是对应氖泡HL1、HL2的限流电阻器，又是电容器C3的充放电电阻器。适当改变电阻器R1、R2的阻值，既可改变对应氖泡的发光亮度，又可改变对应氖泡的闪烁速度。改变电容器C3的容量，可同时改变氖泡HL1、HL2的闪烁速度。

7.3.2 元器件选择

晶体管VT最好采用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta \geq 100$。VD用1N4004型硅整流二极管。

HL1、HL2用起辉电压是65V左右的小氖泡，如NH1-105C、NH1-106C、NH0-106型等。若一时购买不到合适的小氖泡，可用普通测电笔里专用的小氖管来直接代替。

RP用WH7-B型卧式安装微调电位器。R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1用普通CT1型瓷介电容器，C2用CL11-400V型涤纶电容器，C3用CJ11-160V型金属化纸介电容器。

升压变压器T需要自制：L1用ϕ 0.31mm漆包线，在ϕ 10mm、长度30～40mm的中波收音机专用磁棒上密绕75匝；L2用ϕ 0.21mm漆包线同方向绕制35匝，L1线尾和L2线头相连接作为共用抽头。L3用ϕ 0.07mm漆包线绕1000匝左右。

SA用CKB-1型小型拨动开关。G用一节5号干电池，电压1.5V。为了

方便安装，应配上塑料电池架。

7.3.3　制作与使用

如图7-6所示是该电子“蜡烛”的印制电路板接线图。印制电路板采用环氧基质单面敷铜板加工而成，实际尺寸约为55mm×35mm。

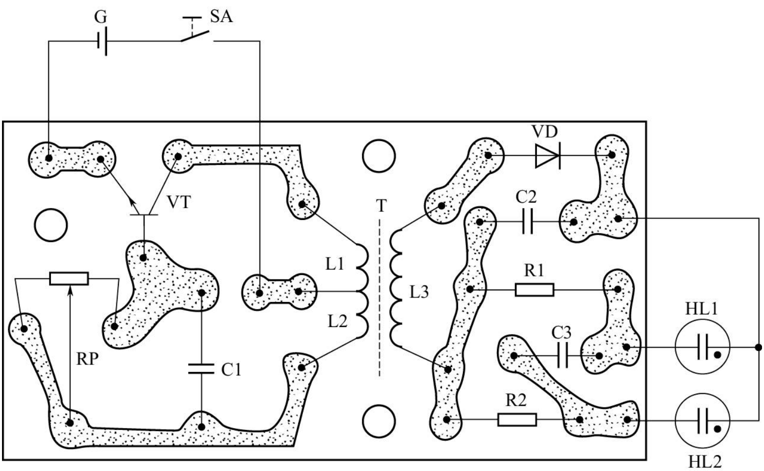


图7-6　电子“蜡烛”印制电路板接线图

焊接好的电路板，应首先将微调电位器RP置于阻值中间位置，然后合上电源开关SA，一般情况下氖泡HL1、HL2就会点亮，且交替辉光闪烁。用小起子微调电位器RP，可改变振荡强弱，从而在一定程度上能调节HL1、HL2的辉光亮度。如原来电路不起振，通过调节RP可使电路起振，氖泡闪亮。如果调节RP仍不能使电路起振，则应检查元器件质量特别是升压变压器T的质量情况。如嫌HL1、HL2交替闪光的速度太慢（或太快），可通过适当减小（或增大）电容器C3的容量来加以调整。如嫌HL1、HL2

的亮度太低，可通过适当减小电阻器R1、R2的阻值来加以调整。必要时，还可将电源电压加大到3V，即用两节5号干电池串联供电。

调试结束，按照图7-7所示，将整个电路板连同电池架等安放在一尺寸合适的扁圆形塑料盒（如比较大一点的护肤霜空盒）内，作为“蜡烛”的底座。在底座面板适当位置处开孔，安装好电源开关SA。在底座上方用硬卡纸做一形似蜡烛状的圆筒，圆筒外粘上红色蜡光纸（或在仿“烛体”上涂上红色颜料，并浇上加热熔化后的蜡烛），还可贴上剪裁的金字，在圆筒顶端安放氖泡HL1、HL2，两个氖泡应上下安装，外包裹一层红色透明玻璃纸（可取糖果包装纸）或油光纸，做成烛焰状。这样，当氖泡HL1、HL2交替发光时，就好像真的蜡烛火焰在跳动一样，十分逼真。

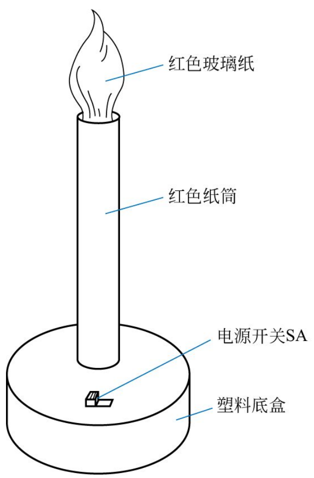


图7-7　电子“蜡烛”外形图

电子“蜡烛”在工作时，电池供电电流只有14mA左右；每换1节新的5号干电池，一般可连续使用50h以上，非常经济省电。

7.4　电子“爆竹”

春节期间燃放爆竹是我国劳动人民的传统习俗。这里介绍的电子“爆竹”非常有趣：当你按照图7-8所示按下“爆竹”顶端的小型按钮开关时，它便会发出长约20s的“噼噼——啪啪——”爆竹声来，可为节日的家庭增添更多欢乐、喜庆气氛。



图7-8　电子“爆竹”示意图

这种新颖有趣的电子“爆竹”的最大特点，就是适合在家里随时随地“燃放”，与传统火药爆竹相比较，具有安全、无污染、可重复使用等优点，是逢年过节喜庆时的理想电子小装置。

7.4.1　工作原理

电子“爆竹” 的电路如图7-9所示。它主要采用了模拟声集成电路A，所产生的“爆竹”声十分逼真，可以达到以假乱真的地步。

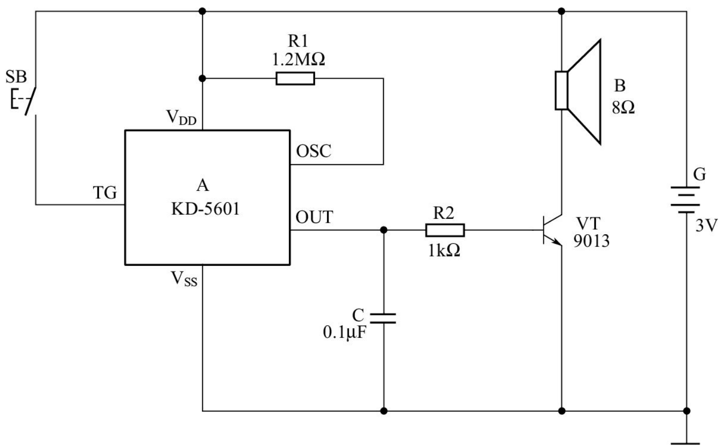


图7-9　电子“爆竹”电路图

SB为小型按钮开关，起触发模拟声集成电路A内部电路工作的作用。平时，电路处于静态不工作状态，整个电路耗电十分微小，实测总电流仅为1μA左右。每当有人按动按钮开关SB时，模拟声集成电路A的触发端TG就会获得正脉冲电信号，A内部电路受触发工作，其输出端OUT便会输出一遍长达20s的内储模拟爆竹声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B发出响亮的模拟“爆竹”声来。

电路中，R1是模拟声集成电路A的外接振荡电阻器，其阻值大小影响“爆竹”声的速度快慢和音调高低。电容器C主要用于滤去模拟声集成电路A所输出信号中一些不悦耳的谐波成分，使“爆竹”声更加清脆响亮。电阻器R2主要起限流作用，可有效防止个别β 值过高的功率放大三极管产生自励现象。

7.4.2　元器件选择

A选用KD-5601型模拟声集成电路，它采用黑胶封装形式制作在一块尺寸约为23mm×14mm的小印制电路板上（如图7-10所示），并给出外围元件焊接脚孔，使用很方便。KD-5601的主要参数：典型工作电压为3V，触发端允许输入电压范围(V_{SS} -0.3V)~(V_{DD} +0.3V)，音频输出端驱动电流≥1mA，静态耗电≤1μA，使用温度范围-10~60℃。

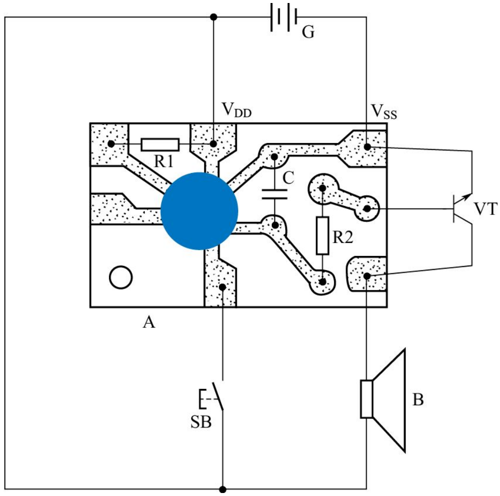


图7-10　电子“爆竹”接线图

VT选用9013（集电极最大允许电流I_{CM} =0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} = 625mW）或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β >100。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CT4D型独石电容器，亦可用CT1型瓷介电容器。B用φ 29mm×9mm、8Ω、0.25W超薄微型动圈式扬声器，以减小体积、方便安装。

SB可用6mm×6mm小型轻触开关，亦可用KAX-1型按钮开关。G用两节5号干电池串联（需配塑料电池架）而成，电压为3V；如嫌扬声器发声小，可将电压提高到4.5V，即用3节5号干电池串联后供电。

7.4.3　制作与使用

整个电路以模拟声集成电路A的芯片为基板，按照图7-10所示进行焊接，不必另外再制作印制电路板。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路。

整个电路参照图7-8所示，装入尺寸约为φ　35mm×120mm的爆竹造型壳体内。该壳体既可用红色厚纸板粘制，也可用一段红色塑料管加工制成。将全部焊接好的电路安装到“爆竹”里面去。注意在“爆竹”适当位置处为扬声器B开出释音孔，在“爆竹”顶端部开孔固定安装小型按钮开关SB，以方便使用。

装配好的电子“爆竹”，只要电路元器件质量有保证，焊接无误，一般不需任何调试便可投入使用。万一使用中发现“爆竹”声不够逼真，可通过适当改变电阻器R1的阻值来加以调节。R1取值范围一般在910kΩ～1.5MΩ。如果电路产生自激振荡，可通过在模拟声集成电路A的电源端跨接一只22～47μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。

由于整个电路平时静态耗电很小，故电路未设置电源开关。但长时间不用电子“爆竹”时，应将干电池从电池架上取出来，以免电能自身消耗尽后，电池流液腐蚀坏电路。

7.5 LED手电筒

LED手电筒以其发光效率高、耗电省、寿命长，而受到千家万户的青睐。这里介绍一种只用一节1.5V干电池供电的超高亮度LED发光电路，把它安装到普通两节5号干电池供电的手电筒内，可将普通手电筒改造升级为高效省电的LED手电筒。

由于电路所采用的自激振荡反激式直流变换器，其原理与照相机电子闪光灯、荧光灯电子镇流器等电路有一定的相通之处，读者通过完成这一制作，对于上述电路的学习也会有一定的帮助。

7.5.1 工作原理

LED手电筒电路如图7-11所示。整个电路仅用了一节1.5V干电池G供电，由于白色发光二极管VD2的导通电压通常为2.8～3.6V，要想用一节1.5V干电池G直接去点亮是根本不可能的事情，所以必须得采用中间环节——直流升压电路，只有将1.5V电压升高到3V以上，才能点亮白色发光二极管VD2。

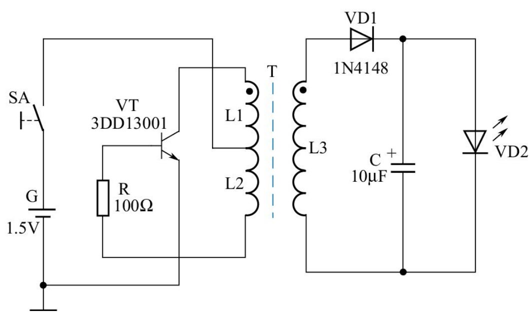


图7-11　LED手电筒电路图

升压电路具体由高频脉冲振荡器和整流电路两部分组成。晶体三极管VT、电阻器R、高频脉冲变压器T的线圈L1及L2等构成了高频脉冲振荡器，将干电池G提供的1.5V直流电逆变成为高频脉冲交流电，并经脉冲变压器T升压后，从其线圈L3两端输出高频脉冲交流电。该高频脉冲交流电经晶体二极管VD1整流、电容器C滤波后，输出≥2.8V的直流电压，驱动白色发光二极管VD2发光。

实际上，这里的高频脉冲振荡器和整流电路组成了一个典型的自激振荡反激式直流变换器。其具体的工作过程是：闭合电源开关SA，干电池G通过线圈L2和电阻器R向晶体三极管VT提供基极电流I_b，VT开始导通，集电极电流I_c增大。由于线圈L1（注意：线圈旁边的黑点表示同名端）串接在VT的集电极回路中，电感中电流不能突变，所以I_c开始按指数规律上升，线圈Ll上的电压极性为上负下正。随着线圈L1中的电流逐渐增大，脉冲变压器T的磁通亦增大，这会在线圈L2中感应出上负下正的电压，这个电压使得VT的I_b进一步增大，导致I_c又进一步增大。如此形成强烈正反馈，引起“雪崩”过程，VT会迅速进入饱和导通状态（饱和条件：$\beta I_b > I_c$）。这时线圈L3中亦会感应出上负下正的电压，因整流二极管VD1不能导通，电源能量将转变成为电磁能，而暂时存储在脉冲变压器T中。

VT进入饱和状态后，由于线圈L1中的电感电流不能突变，I_c仍将按指数规律上升（接近线性上升），虽然线圈L2上的感应电压亦有所增加，但此时的I_c已不受I_b控制。这时会出现两种情况：一种是VT的I_c达到最大值后开始减小，线圈L2上的感应电压亦开始减小，导致I_b由增大

逆变减小；另一种是当VT的I_c上升到一定值后，脉冲变压器T的磁通趋向饱和，磁通增大减慢，导致线圈L2上的感应电压开始减小，使得VT的I_b亦开始减小。其结果，都会导致$\beta I_b \leq I_c$。于是，VT开始退出饱和，I_c减小，T中磁通也减小，线圈L2会感应出上正下负的电压（正好与前面相反）。这个电压反而使VT的I_b进一步减小，导致I_c又进一步减小，如此又形成强烈正反馈，引起“雪崩”过程，导致VT迅速进入截止状态。VT截止后，T中存储的磁能只能通过线圈L3释放，在L3两端感应出较高的上正下负电压，使整流二极管VD导通，向电容器C充电，并在其充电电压超过发光二极管VD2的正向压降时，驱动VD2点亮发光。显然，电磁能又被变换成为电能。

由上可知，脉冲变压器T还具有储能作用。当脉冲变压器T中存储的磁能释放后，电路工作状态又回到初始状态，如此周而复始，便完成了升压任务。由于晶体三极管VT始终工作在高速开关状态下，其本身基本不消耗电源能量，所以这个升压电路的效率较高。

7.5.2　元器件选择

晶体管VT选用小功率电子镇流器中常用的3DD13001（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.2A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝0.75W）或MJE13001（I_{CM}＝0.3A，P_{CM}＝0.7W）、DK50（I_{CM}＝0.2A，P_{CM}＝0.75W）型硅NPN小功率高压高速开关三极管，其外形（均为TO-92封装）及管脚排列如图7-12所示，要求电流放大系数$\beta \geq 20$。读者如果一时购买不到这种三极管，也可从小瓦数（7～13W）废旧荧光灯电子镇流器中拆取，但要注意检查好坏。

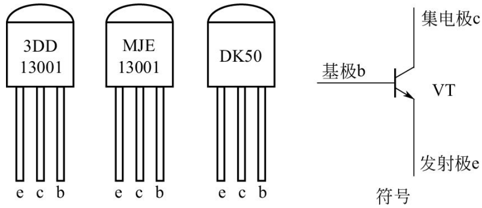


图7-12　小功率电子镇流器常用三极管外形及引脚排列

VD1用1N4148型硅开关二极管，如果选用FR101～FR107型快速恢复整流二极管，则效果更好；VD2宜用φ　5～10mm、最大工作电流≥60mA的散射型超高亮度白色发光二极管，其正向工作电压为2.8～3.6V，额定功耗≥0.2W，外形和引脚极性识别方法跟普通发光二极管完全一致。

脉冲变压器T需自行绕制：首先，按照图7-13左边所示，准备一个尺寸约为φ　10mm×6mm×5mm、PC40材质（TDK）的磁环，或者是R2KB1、JP4等相当于PC40材质的磁环。如果不容易购买到，可从废旧荧光灯电子镇流器（节能灯）、废旧电脑开关电源或者废旧电脑主板上拆取高磁导率的磁环直接代替，一般均可满足要求。但应注意，所选磁环一定是高磁导率的材质，并且不可太小，否则线圈不容易绕下。然后，按照图7-13右边所示，取单股铜芯塑皮电线绕10匝，在6匝处抽头，分别作为线圈L1（6匝）和L2（4匝），另用同样电线绕10～12匝，作为线圈L3。单股塑皮电线若不好绕，也可用φ　0.5mm左右的高强度漆包线绕制，则效果更佳。

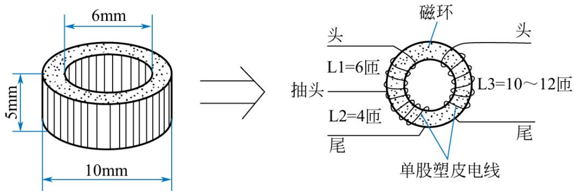


图7-13　脉冲变压器的制作

R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C用CD11-25V型电解电容器。SA直接使用欲改造手电筒上原有的手动开关，不再另外配置。G用5号干电池一节，电压1.5V。

7.5.3　制作与使用

如图7-14所示为该LED手电筒的印制电路板接线图。印制电路板实际尺寸约为50mm×14mm，可用刀刻法制作。注意：印制电路板上所焊元器件的高度不得超过12mm，以便于下一步的安装。

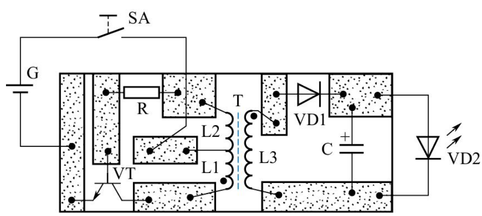


图7-14　LED手电筒印制电路板接线图

焊接好的电路板，装入欲改造的两节5号干电池供电的普通3V小电珠型手电筒内。由于印制电路板的长、宽尺寸，有意取了5号干电池的

高、直径尺寸，所以焊接好元器件的电路板，可直接安装到手电筒内省去一节5号干电池的腾空位置处。注意：电源开关SA直接使用手电筒原有的手动开关。发光二极管VD2安装到手电筒原有小电珠的位置，要求其发光芯正好处于原小电珠的灯丝位置（即反光罩的聚光中点）处，以确保聚光性能良好。发光二极管VD2在调整好固定位置后，可用热熔胶进行粘固，以防止使用中位置发生变动。如图7-15所示是一种典型塑料外壳手电筒的具体改造安装方案。由于所改造手电筒并不完全一致，所以读者在改造时应具体问题具体对待，灵活设计最佳方案，切忌生搬硬套。

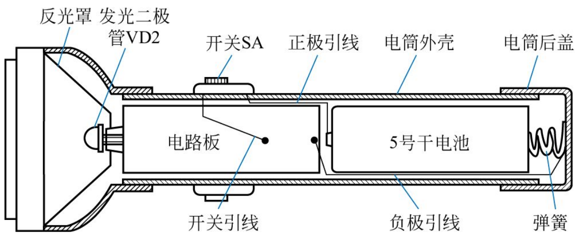


图7-15　一种LED手电筒的装配图

装配好的LED手电筒，只要元器件质量有保证，焊接没有问题，一般不需任何调试，便可投入使用。接通电源开关SA，发光二极管VD2即会发光。这时，如果将一台便携式AM收音机靠近电路板旁边，就会听到“吱——”的干扰啸叫声，说明振荡电路工作正常。在闭合电源开关SA的条件下，将指针式万用表（如MF50型）拨至直流250mA电流挡，红、黑表笔分别接在打开后盖的手电筒弹簧和干电池G的负极（两者暂时分离），测出电路总电流在100mA左右，即属于正常。如果电流读数偏大，有可能是晶体三极管VT的电流放大系数β　太小，或者是脉冲变压器T的磁环选择不

合格，可通过替换法予以排除。如果发现手电筒射出的聚光亮点有偏差或聚光效果不佳，可通过适当调节发光二极管VD2的位置加以改善。

电路调试时注意，不可在没有接通发光二极管VD2的情况下贸然接通电源，因为晶体三极管VT截止时能在线圈L3两端产生较高的电压，使电容器C两端的空载电压高达40～50V，会造成电容器C的击穿。

由于该LED手电筒在正常工作时总电流仅100mA左右，所以用电比较节省。通常情况下，每换一节5号干电池，可供电照明达3（普通干电池）～12h（碱性干电池）。

7.6　微型太阳能收音机

动手制作一台用太阳能电池供电的微型中波调幅收音机，是多么有趣而又惬意的事：白天在阳光下，晚上在灯光下，你都可以用它来收听新闻广播、学习外语。由于采用了收音机专用集成电路和微型元器件，因此体积很小，仅有一只普通打火机大小，十分适合随身携带使用。

7.6.1　工作原理

微型太阳能收音机的电路如图7-16所示。它采用一只微型收音机专用集成电路A做高频放大和检波，后面用一只晶体三极管VT作低频电流放大，最后推动8Ω低阻耳塞机放音。

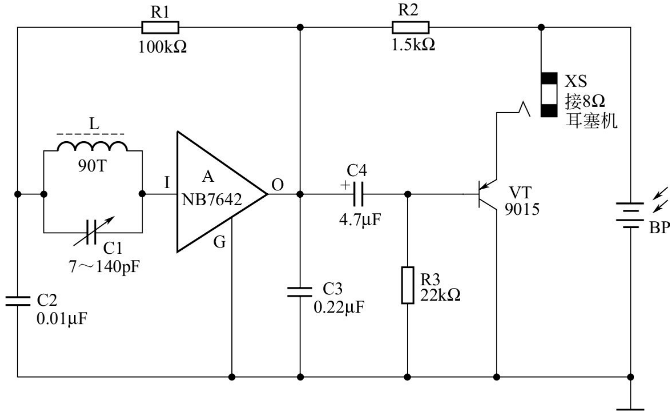


图7-16　微型太阳能收音机电路图

A（型号为NB7642）是一种直接放大检波式收音机专用集成电路，它采用TO-92型塑封包装，其包装形式与普通9015型塑封小功率晶体三极管完全相同，外形和引脚排列如图7-17（a）所示。各引脚功能：G脚为公共接地端，I脚为输入端，O脚为输出端。NB7642型集成电路内部由9只晶体三极管、16只电阻器和4个电容器组成，功能包括一级高阻输入缓冲、三级高频放大和一级检波，其内部电路框图如图7-17（b）所示。NB7642集成电路具有输入阻抗高、增益大、耗电省、外围元件少、电路无需调试等优点，非常适合用于制作微型简易收音机。

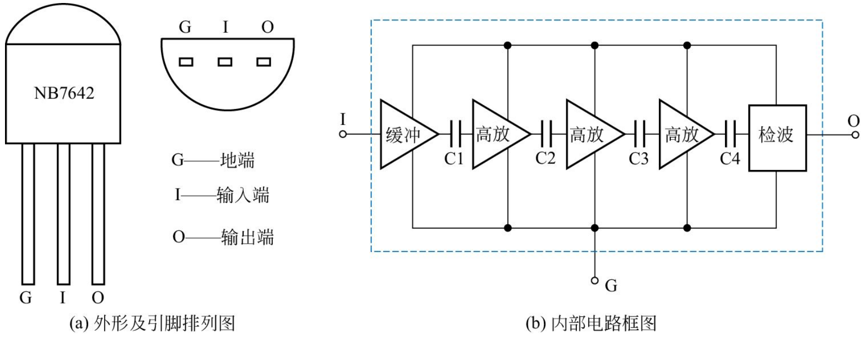


图7-17　NB7642型集成电路

当有太阳强光（或灯光）照射到太阳能电池板BP上时，BP表面即发生光伏效应，其两端输出一定功率的电能，供收音机电路工作。磁性天线L和可变电容器C1组成调谐回路，这是一个并联谐振电路，调节可变电容器C1可改变谐振频率，起到选择所要接收电台信号的作用。磁性天线L采用了中波专用磁棒，具有较高的灵敏度，可不用外接天线，并且在接收电台时有一定的方向性。由于集成电路A具有极高的输入阻抗，所以调谐回路可直接接在其输入端I并通过电容器C2入地，而不必像大多数收音机那样经次级线圈耦合输入。

被送入集成电路A的电台信号，经其内部电路进行多级高频放大和检波后，从输出端O输出音频电信号。R1是集成电路A的输入级偏流电阻器，它通过集成电路A的输出负载电阻器R2后接太阳能电池板BP的正极，可同时使集成电路A具有自动增益（AGC）控制能力。譬如收音机接收到的信号较强时，集成电路A的工作电流就会增加，在其输出负载电阻器R2上的电压降也随之增加，使得集成电路A的工作电压下降，内部电路增益亦下降，导致集成电路A输出信号减弱，这样就完成了自动增益控制任务。输出负载电阻器R2偏大时，AGC控制作用太强，会使电路增益明显降低；R2偏小时，AGC控制作用太弱，会使电路产生自激啸叫声。C3为高频旁路电容器，它能滤除检波信号中所包含的不需要的高频成分；C3选取合适的容量，不仅可获得良好的音质，而且还可获得较佳的自动增益控制特性。

由集成电路A的输出端O输出的音频信号，通过耦合电容器C4送到

晶体三极管VT构成的射极跟随放大电路进行电流放大和阻抗变换，最后推动8Ω耳塞机放音。在这里，通过晶体三极管VT能够将插孔XS内所接8Ω耳塞机的阻抗变换成为其电流放大系数的β倍（即$\beta \times 8\Omega$），以解决集成电路A所输出的高阻抗（≥100Ω）不能够与8Ω耳塞机直接相匹配的问题。射极跟随器同时具有电流放大作用，可使耳塞机声音更为响亮。R3是晶体三极管VT的直流偏置电阻器，改变其阻值可调整晶体三极管VT的工作点。

7.6.2　元器件选择

BP采用尺寸为35mm×14mm×1mm的SC-1435型成品太阳能电池板，其他尺寸或型号的太阳能电池板，只要开路电压≥2V、短路电流≥8mA，均能够代替使用。这种太阳能电池板采用单晶硅片工艺制作而成，光电转换效率稳定，已被广泛应用于计算器等弱电流电器中。

太阳能电池板的功率输出能力与其面积大小密切相关，面积越大，在相同光照条件下的输出功率也越大。太阳能电池板的优劣主要由开路电压和短路电流这两项指标来衡量。业余测试方法是：将太阳能电池板放在太阳光直射的环境下，用万用表测出两端输出电压，即可认为是开路电压；再将万用表直接跨接在太阳能电池板两端测出输出电流，即认为是短路电流。

如果一时购买不到太阳能电池板，可用三块尺寸为10mm×5mm、开路电压0.5～0.6V、短路电流≥9mA的2CR32型硅光电池串联后代替。这种硅光电池的外形如图7-18所示，它的受光面呈蓝黑色，上面有几条银

白色的栅线，引出两根导线作为电池正极；背光面呈银白色（镀锡），引出两根导线作为电池负极。

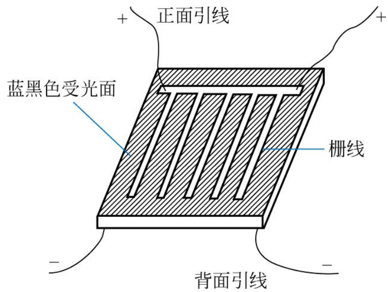


图7-18　2CR32型硅光电池

A采用NB7642型微型收音机专用集成电路。其主要特点：工作电压低，在1.3～1.5V就能正常工作；耗电省，无信号时工作电流仅为0.4mA左右；工作频带宽，可达150～3000kHz；放大能力强，功率增益可达72dB，自动增益控制范围可达20dB，跟NB7642内部电路和功能完全相同，但不同生产厂家的这类集成电路还有：YS7642、D7642、TA7642、CTC7642、BS414、YS414、MK-484、2N414型等，它们都可以直接互换使用。

VT用9015（集电极最大允许电流I_{CM} = -0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM} = 310mW）或3CG21型硅PNP小功率低噪晶体三极管，要求电流放大系数β 值在30～100。

磁性天线L需自己绕制，具体方法：用ϕ　0.15mm单股高强度漆包线，在ϕ 5mm×25mm的中波磁棒上单层密绕90圈即可。绕制时注意，为调试方便，在绕制前最好用卡纸做一个线圈骨架，使做成的线圈能在磁棒

上左右移动；为使线圈不散脱，应用快干胶（或白蜡）将线圈的起始处和结束处粘固住。

C1选用容量范围是7～140pF的超小型、密封式可变电容器；C2用CT1型瓷介电容器；C3用CT4D型独石电容器；C4用CD11-10型电解电容器。R1～R3全部采用RTX-1/8W型碳膜电阻器。

XS选用能够在电路板上直接卧式焊接的小型（ϕ 2.5mm口径）耳机常用二芯插孔。耳机采用带有CSX2-2.5型（ϕ 2.5mm）二芯插头的8Ω单声道低阻耳塞机。

7.6.3 制作与使用

如图7-19所示为该微型太阳能收音机的印制电路板接线图。印制电路板用单面敷铜板加工而成，实际尺寸约为60mm×20mm。此印制电路板也可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”来替代，并在焊接时充分利用元器件引脚飞线连接，以省去加工专用印制电路板的麻烦。

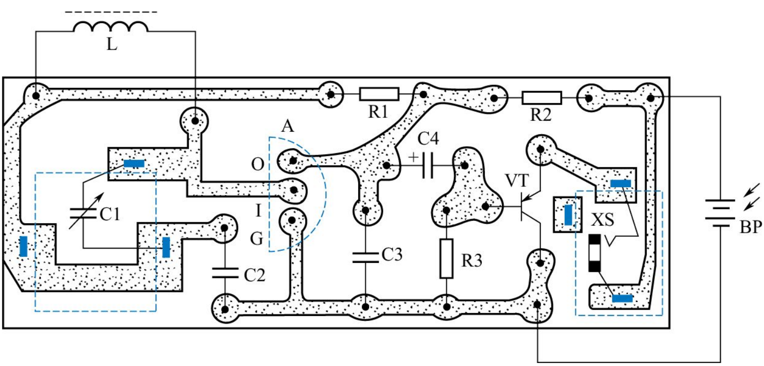


图7-19 微型太阳能收音机印制电路板接线图

本机调试十分简单：在太阳能电池板BP接受阳光良好、8Ω低阻耳塞机插入插孔XS的条件下，通过调整电阻器R3的阻值，使晶体三极管VT的集电极电流在3mA左右即可。调整晶体三极管工作点的具体方法：首先，将万用表置于直流“10mA”挡，并串入晶体三极管VT的集电极回路；然后，用一个100kΩ的电位器串接一只10kΩ的电阻器代替电路中的电阻器R3，调整电位器使万用表读数为3mA；最后，测出电位器与10kΩ电阻器的总阻值，换上相同阻值的固定电阻器即可。接下来，旋动可变电容器C1的旋钮，便能收听到电台的播音。一般情况下，只要按照图7-16的要求选择元器件，并且保证焊接无误，不需要调试电阻器R3便可满意工作。由于集成电路A的增益很大，当电路板上元器件排列位置不当时，就有可能会产生自激啸叫声。如果出现自激现象，可通过适当调整元器件的排列位置或适当增大电阻器R2的阻值来加以排除。

如果发现收音机接收频率范围不能够覆盖中波535～1605kHz波段，只要移动磁性天线线圈在磁棒上所处的位置，便可得到校正；如果不能奏效，可通过适当增减L的匝数来加以调整。实际调整时，可用一台成品收音机做参考。调整结束，用白蜡或玻璃胶将线圈封固就行。具体调整方法：如果按顺时针方向在将可变电容器C1的调谐旋钮基本旋到头时，接收不到高频端（1605kHz）附近的电台信号，可将磁性天线线圈尽量移往磁棒的端头，必要时可以适当减少其匝数；如果按逆时针方向在将可变电容器C1的调谐旋钮基本旋到头时，接收不到低频端（535kHz）附近的电台信号，可将磁性天线线圈尽量移往磁棒的中间位置，必要时可以适当增加其匝数。

微型太阳能收音机的外形如图7-20所示。机壳可用塑料板自制，也

可利用现有的塑料小盒，其实际尺寸仅为64mm×24mm×14mm。在机壳前侧面分别开出可变电容器C1的调谐旋钮孔和耳塞机的插孔口。在机壳顶上开出尺寸略小于太阳能电池板的长方形窗口，由里向外固定好（最好用电烙铁加热普通热熔胶棒黏合）太阳能电池板BP；太阳能电池板背面的“＋”“-”极引线直接与电路板相连接。如果所用太阳能电池板BP采用了三块2CR32型硅光电池串联供电，则应在硅光电池上盖一块薄薄的无色透明有机玻璃，以免使用时损坏硅光电池。但是要注意，有机玻璃板的透明度一定要良好，否则将会影响光电池的转换效率。

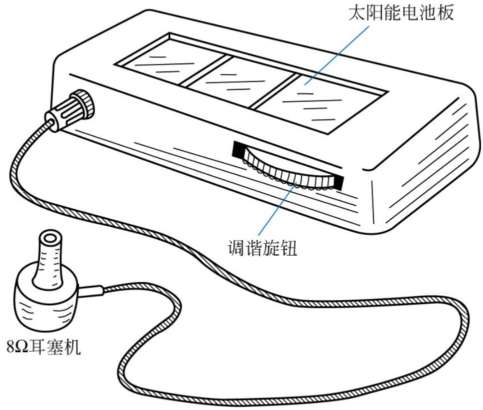


图7-20　微型太阳能收音机外形图

由于本机采用了专用集成电路，所以它不但体积小巧、制作容易，而且灵敏度高、选择性好，收听效果理想。当你在收听语言广播时，会感到声音纯正；在收听音乐节目时，会感到高低音层次清楚，节奏感较强。若使用一副头戴式立体声耳机（左、右耳机并联）收听，则音色效果会更佳。

7.7　太阳能充电器

这里介绍一种外出携带方便的太阳能充电器，其最大特点在于不仅能够在太阳光照的环境下，直接为手机等电器充电，而且还能够将太阳能电池板产生的电能“储存”起来，在无光照的情况下为手机等电器充电。

动手制作一个这样的太阳能充电器，至少有三大好处：一是可以在野外或旅途中等无交流电源环境，以及220V交流电网停电的情况下，为自己的手机等用电器具应急充电；二是不但可以节约用电，日积月累节省一笔充电费用，而且还能够学到不少有用的知识；三是以实际行动节能减排，为保护环境做贡献。如此一举三得，何乐而不为。

7.7.1　工作原理

太阳能充电器的电路如图7-21所示，它由太阳能电池板BP、“储电”用锂聚合物电池G和直流5V升压模块A等组成。

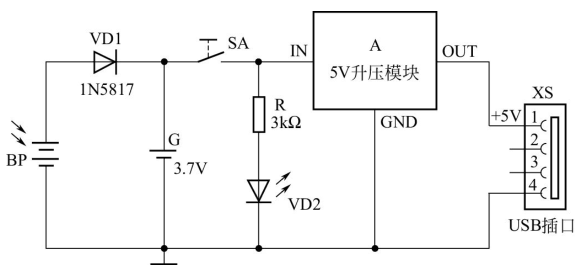


图7-21　太阳能充电器电路图

当太阳光照射到太阳能电池板BP上时，BP表面即发生光伏效应，其

两端输出一定功率的电能，通过隔离二极管VD1后，给锂聚合物电池G充电。这里设置G的作用是“储存”BP所产生的电能，如同“蓄水池”功能一般，既可在向手机等用电器具充电时稳定输出电压、增大输出电流，又可在无光照情况下提供应急充电。

由于G的标称电压是3.7V，即使充满电后最高电压也就4.2V，并不能直接输出所需要的5V稳定直流电进行对外充电，所以电路中必不可少地采用了一个直流5V升压模块。闭合充电开关SA，作为充电指示灯的发光二极管VD2点亮；与此同时，锂聚合物电池G（包括太阳能电池板BP）输出的直流电，经5V升压模块处理后，通过标准USB电源插口输出稳定的直流5V电压，可对手机等用电器具进行充电。

电路中，VD1作为隔离二极管，其作用是防止锂聚合物电池G对太阳能电池板BP反向放电（无光照时）。由于VD1采用了管压降仅为0.2V（实测）的肖特基二极管，故可有效降低对太阳能电池板BP输出电压的折损。R为发光二极管VD2的限流电阻器，其阻值大小影响VD2的发光亮度。

7.7.2　元器件选择

BP选用开路电压6～8V、短路电流达140mA、外形尺寸是100mm× 70mm× 3mm的多晶硅太阳能电池板（如用价格高些的单晶硅太阳能电池板，则效果更佳）。该产品的背面焊引有两根塑料软电线，其中红色为电池的正极（＋）引线，黑色为电池的负极（-）引线。

太阳能电池板的功率输出能力与其面积大小密切相关，面积越大，

在相同光照条件下的输出功率也越大。业余条件下，通过测试太阳能电池板的开路电压和短路电流这两项指标，可以大致判定其性能优劣，具体的方法参见本书前面图1-58及其相关文字介绍，这里不再重述。

A选用输入电压是1.2～4.5V、输出电压是5V、输出电流≥600mA·h的普通直流升压模块，如H993、BO-0305型等。现在电子元器件市场上这类直流升压模块品种很多，笔者使用的是从淘宝网购来的单价仅7元的直流升压模块。

VD1用1N5817（最高反向峰值电压U_{RM}＝20V，最大整流电流I_{FM}＝1A，最大正向压降UFM＝0.45V）或1N5818、1N5819型肖特基二极管；VD2宜用φ 3mm或φ 5mm普通红色发光二极管。R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。

SA可用小型CKB-1型单刀双掷拨动开关（仅用其中一掷）。XS选用标准的USB插口。G用标称电压3.7V、容量≥2600mA·h的锂聚合物电池。

7.7.3　制作与使用

整个太阳能充电器的电路全部焊装在一个尺寸约为110mm×75mm×15mm的塑料小盒内，如图7-22所示。盒面板为太阳能电池板BP开出感光窗口，盒侧面适当位置处分别为发光二极管VD2开出管帽伸出孔、为USB插口和充电开关SA开出安装孔。盒内元器件和模块全部采用热熔胶进行粘固，热熔胶可用电烙铁加热热熔胶棒的简便方法获取。各元器件和模块之间通过各自的引脚、引线和适当长度的细电线，按照图7-21所示的电路图正确焊接，根本不需制作印制电路板，组装起来很简

便。

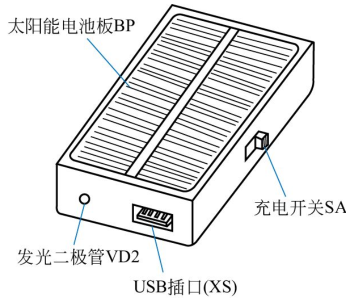


图7-22　太阳能充电器外形图

装配好的太阳能充电器，只要元器件及模块质量有保证，焊接无问题，无需任何调试，便可投入使用。

将太阳能充电器置于阳光下，要求太阳光线尽可能地直射到太阳能电池板BP上，即开始对内部锂聚合物电池G充电。一般在阳光充足的情况下，给锂聚合物电池G充满电量，理论上需要超过18h的光照，因此用2～3个阳光日就可以充满电。这一状态下，还可闭合充电开关SA，通过USB插口及外接适配传输线，对手机等用电器具同时进行充电。由于太阳能电池板BP所提供的充电电流较小（≤140mA），加上锂聚合物电池G充满电后充电电流将会变得更小一些等因素，某种意义上可视为涓流充电，所以不必顾忌锂聚合物电池G会发生严重的过度充电现象。

对于锂聚合物电池G充满电的太阳能充电器，可在旅游、出差、野外活动时随身携带，一旦手机电量不足，在无条件用市电充电或电网停电的情况下，可及时通过手机的USB充电线（一端为USB插头，另一端为与手机充电端口相匹配的插头），给手机补充电。当接好传输线，闭合充电

开关SA后，手机显示屏即会显示充电开始。

除了为手机充电，该太阳能充电器也适合为充电电压是5V的大多数移动数码设备充电，如数码照相机、mp3、mp4、游戏机、电子书、USB台灯、单片机……真可谓出门必备、携带方便的绿色环保型“万能”随身充电器。

7.8　太阳能热水器水满告知器

太阳能热水器以其节能、安全、无污染等优点，深受众多家庭的青睐。但其水箱一般都安装在室外平房（或楼房）顶上，水是否满是通过溢水管有无水流出来进行判断的，这不仅增加了一根溢水管，而且容易造成水的浪费。下面介绍的水满告知器，通过声响告知水箱加水已满，省掉了溢水管，方便而实用。

7.8.1　工作原理

如图7-23所示是采用分立元器件组成的太阳能热水器水满告知器电路图（方案一）。水位电极a和水箱的金属外壳b构成了水满探测电路；晶体三极管VT1、VT2等构成了互补型音频自激振荡电路，其正反馈回路由电阻器R2和电容器C1构成。

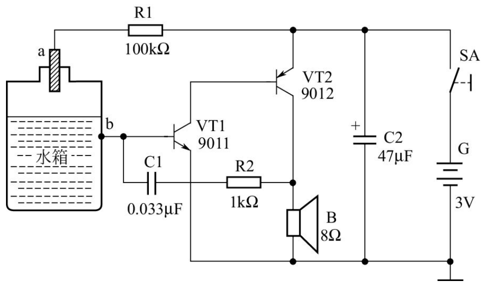


图7-23　太阳能热水器水满告知器电路图（方案一）

加水时，闭合电源开关SA，由于a、b间呈开路状态，晶体三极管VT1、VT2无偏流而截止，故振荡电路不工作，扬声器B无声。当注入水箱的水达到限定容量时，水面与水位电极a接触，晶体三极管VT1通过电阻器R1、水位电极a、水的电阻（几千欧姆）和水箱金属外壳b，从电池G的正端获得合适偏流，振荡电路立即起振，扬声器B就会发出响亮的“叮——咚——”声来，告诉主人水满了，快关进水阀。

电路中，振荡频率主要取决于电阻器R1和电容器C1的时间常数$t=R_1 \cdot C_1$，故增减电阻器R1的阻值或电容器C1的容量，就可以改变扬声器B发声的音调。C2为交流旁路电容器，主要用来减小电池G的交流内电阻，使扬声器B发声更响亮，并相对延长电池的使用寿命。

如图7-24所示是采用模拟声集成电路组成的太阳能热水器水满告知器电路图（方案二）。水位电极a和水箱的金属外壳b构成了水满探测电路；模拟声集成电路A、晶体三极管VT和扬声器B等构成了音响发生电路。

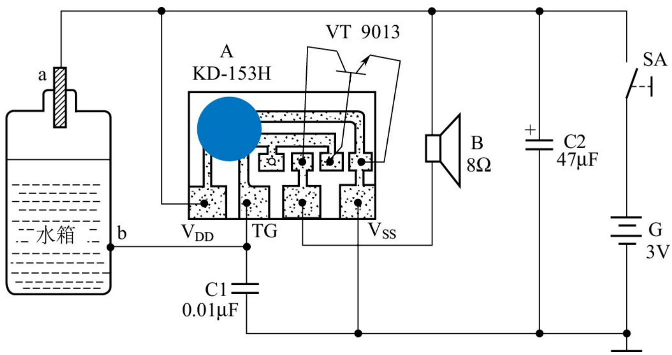


图7-24　太阳能热水器水满告知器电路图（方案二）

加水时，闭合电源开关SA，由于a、b间呈开路状态，模拟声集成电路A的触发端TG无高电平信号输入，所以模拟声集成电路A的内部电路不工作，扬声器B无声。当注入水箱的水达到限定容量时，水面与水位电极a接触，模拟声集成电路A的触发端TG通过水箱金属外壳b、水的电阻和水位电极a，从电池G的正端获得高电平触发信号，于是模拟声集成电路A的内部电路受触发工作，所输出模拟声电信号经晶体三极管VT进行功率放大后，推动扬声器B反复发出清脆响亮的“叮——咚——”声来，告诉主人水满了，快关进水阀。

电路中，C1为抗干扰电容器，它能够有效消除因水箱金属外壳b的引线太长而从周围感应到的各种干扰电信号，防止模拟声集成电路A的触发端TG受到误触发，从而导致水满告知器误发声。

7.8.2　元器件选择

VT1用9011（集电极最大允许电流I_{CM} ＝30mA，集电极最大允许

功耗P_{CM} ＝ 200mW）或3DG6、3DG201型硅NPN小功率晶体三极管，要求电流放大系数β ＞100；VT2用9012（I_{CM} ＝-0.5A，P_{CM} ＝625mW）或3CX200、3CG23型硅PNP中功率晶体三极管，要求电流放大系数β ＞50。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1用CT1型瓷介电容器；C2用CD11-10V型电解电容器。

B用YD58-1型、阻抗是8Ω、额定功率是0.25W的小口径动圈式扬声器。SA可用CKB-1型单刀双掷（本制作仅用其中一刀一掷）小型拨动开关。G用两节5号干电池串联而成，电压3V；要求配带合适的塑料电池架，以便于安装。

如图7-24所示电路（方案二）中，A选用KD-153H型“叮咚”门铃专用的模拟声集成电路。该集成电路用黑膏封装在一块尺寸约为24mm×12mm的小印制电路板上，并给有插焊外围元器件的孔眼，安装使用很方便。

KD-153H的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。如果读者手头没有KD-153H型模拟声集成电路，也可用芯片外观和引脚功能完全相同的KD-9300系列或HFC1500系列音乐集成电路来直接代替。

VT用9013（集电极最大允许电流I_{CM} ＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM} ＝625mW）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率晶体三极管，要求电流放大系数β ＞100。C1用CT1型瓷介电容器。其余元器件选

择与如图7-23所示电路一致。

7.8.3　制作与使用

如图7-25所示是采用分立元器件（方案一）组装水满告知器所用的印制电路板接线图。印制电路板可用刀刻法制成，实际尺寸约为30mm×30mm。

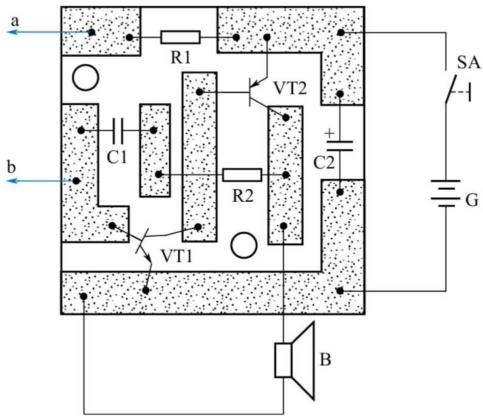


图7-25　水满告知器印制电路板图

用模拟声集成电路组装水满告知器时，不必另外再加工制作印制电路板，只要按图7-24所示以模拟声集成电路A为基板、扬声器B、电池架等为支架，进行焊接即可。但焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿模拟声集成电路A内部的CMOS电路！

水满告知器的外壳可选用体积合适的普通塑料香皂盒或电子门铃专用外壳。盒面板开孔固定电源开关SA，并为扬声器B开出释音孔。水位电极a用一段粗漆包线或塑料外皮硬导线，将它从水箱的溢水管口伸入水

箱，注意既要固定牢靠，又要与水箱内壁保持绝缘，要求水满后水面正好与其端头相接触。水位电极a、水箱金属外壳b通过双股软塑料外皮导线，与安放在加水阀附近的告知器小盒相连即成。

装配成的水满告知器，只要元器件质量可靠、焊接无误，不需任何调试就能正常工作。对于如图7-23所示电路，如嫌告知器发声时音调太低沉（或高尖），可通过适当减小（或增大）电阻器R1的阻值或者电容器C1的容量来加以调节。如果觉得音量不够，可以适当增大电阻器R2的阻值一试；但R2阻值也不可太大，否则电路告警时的耗电量将会显著增大，并且电路起振困难。

顺便指出：读者只要将太阳能热水器水满告知器的电极a、b改换成自制的相应探测用传感器，就可改制成下雨报知器、水缸水满告知器以及婴儿报尿器等。有兴趣者不妨开动脑筋，亲自动手试一试。

7.9　电冰箱门忘关告知器

电冰箱开门时间过长或忘关、未关严，都会增加其压缩机的工作时间，这样既增加电耗，又会缩短冰箱的使用寿命。如果给电冰箱安装上下面所介绍的告知器，则只要每次电冰箱开门时间超过限定的时间，它就会连续发出“请关门”语音声，提醒主人及时关好电冰箱门。

7.9.1　工作原理

电冰箱门忘关告知器的电路如图7-26所示。虚线左边的H和SB，分别为电冰箱冷藏室原有的照明灯及门控开关。虚线右边为告知器电路，它

由电源变换和延时语音发生器两部分组成。

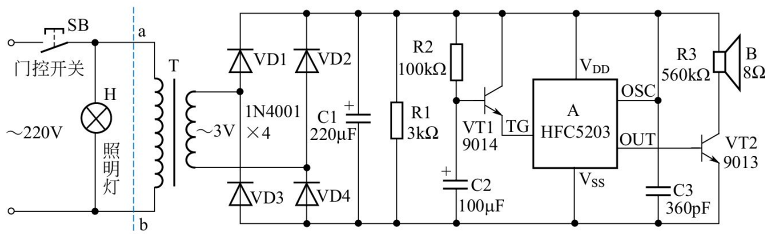


图7-26　电冰箱门忘关告知器电路图

当电冰箱门被打开时，门控开关SB闭合，照明灯H点亮。与此同时，220V交流市电经变压器T降压、晶体二极管VD1～VD4桥式整流和电容器C1滤波后，输出约3V直流电，供语音发生电路用电。此直流电压经电阻器R2向电容器C2充电，由于电容器两端电压不能突变，故C2上端暂处于低电平，晶体三极管VT1截止，语音集成电路A因触发端TG处于低电平而不工作，扬声器B无声。经过一段时间（实测约35s），电容器C2两端的电压充到0.65V＋$V_{DD}/2$＝2.15V以上，晶体三极管VT1由截止变为导通，语音集成电路A获得高电平触发信号而工作，其输出端OUT输出内储的语音电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，驱动扬声器B反复发出“请关门”提醒语音。

电冰箱门关好后，门控开关SB自动断开，照明灯H熄灭，告知器电路亦断电，扬声器B即停止发声。这时，电容器C2所充电荷经电阻器R2和R1很快泄放掉，为下次打开电冰箱门后准确延时发出告警声做好准备。

电路中，电阻器R2、电容器C2组成了语音集成电路A的延时触发电

路，其数值大小影响每次打开电冰箱门后，扬声器B推迟发声的时间长短；R1为放电电阻器，专门为电容器C2提供放电回路而设；R3、C3分别为语音集成电路A的外接振荡电阻器和电容器，其阻值大小影响语音声播放的速度和音调。

7.9.2　元器件选择

A选用HFC5203型语音集成电路，它采用黑胶封装在一小块尺寸约为24mm×14mm的小印制电路板上（俗称软封装），并给有外围元器件焊接插孔，使用很方便。HFC5203的主要参数：工作电压范围2.4～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为3V时，实测输出电流≥3mA、静态总电流＜1μA；工作温度范围-10～60℃。

VT1用9014（集电极最大允许电流I_{CM}＝100mA，集电极最大允许功耗P_{CM}＝310mW）或3DG8型硅NPN小功率晶体三极管，VT2用9013（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝625mW）或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率晶体三极管，均要求电流放大系数β＞100。VD1～VD4均用1N4004或1N4007型硅整流二极管。

R1～R3均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2用CD11-10V型电解电容器，C3用CC1型高频瓷介电容器。

B宜用尺寸是φ 27mm×9mm、标称阻抗是8Ω、额定功率是0.1W的微型动圈式扬声器，以缩小整机体积，方便安装。T用市售输入电压是220V、输出电压是3V、额定输出功率是1.5W的小型优质成品电源变压

器。

7.9.3　制作与使用

如图7-27所示为该电冰箱门忘关告知器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为40mm×30mm。印制电路板也可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，以省去加工专用印制电路板的麻烦。

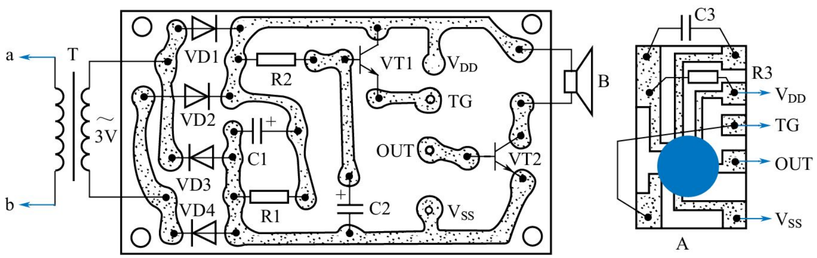


图7-27　电冰箱门忘关告知器印制电路板接线图

焊接时一定要注意将电烙铁的外壳良好接地，以免交流感应电压击穿语音集成电路A芯片内的CMOS电路。语音集成电路A的芯片上直接插焊电容器C3和电阻器R3，并通过4根长约7mm的元器件剪脚线将芯片插焊在印制电路板上的对应脚孔内。

焊接好的电路板连同电源变压器T、扬声器B一起装入电冰箱温控器内的空隙中，或者是照明灯罩内。如不便装进去，也可单独装入一绝缘小盒内，在盒面板为扬声器B开出释音孔，并采取一定绝缘防潮措施。将电路盒固定在冷藏室照明灯附近，两根外引线（a与b）不分次序并接在照明

灯两端即成。安装时注意：应事先从供电插座上拔掉电冰箱的220V交流电源插头，待安装结束后再插上电源插头，切不可带电操作，以免发生触电事故。

安装好的电冰箱门忘关告知器，电路一般不用任何调试就能正常工作。告知器延时发声的时间长短主要由电阻器R2、电容器C2的充电时间常数来确定，按图7-26所示选择元器件数值，电冰箱开门超过35s后即发出告警语音。如要延长或缩短延时时间，只要适当增减电阻器R2的阻值或电容器C2的容量即可。

如嫌语音声不动听，可通过适当改变语音集成电路A的外接振荡电阻器R3阻值或电容器C3的容量加以调整。采用图7-26所示数值时，扬声器B发出的是悦耳动听的女声“请关门”；如将电容器C3的容量加大到560pF，就变成了男声“请关门”。

7.10　节电延寿电烙铁

电子爱好者经常使用的电烙铁，搁在烙铁架上连续通电时间太长，不仅浪费电能，而且还会使烙铁头产生氧化变黑（俗称“烧死”）现象，无法再沾锡进行焊接。如果在焊接暂停过程中采用降压供电办法，使烙铁头温度不至于积累升得过高，就可有效防止“烧死”现象经常发生，从而达到节约电能和延长电烙铁使用寿命的目的。下面就介绍一种将普通电烙铁改造升级为节电延寿电烙铁（也称自动调压限温电烙铁）的方法，它简便易行，使用效果良好。

7.10.1　工作原理

节电延寿电烙铁的电路如图7-28所示，它是在普通电烙铁手柄内的电源线上串联了一只半波整流二极管VD，并在二极管两端并联了一只玻璃水银导电开关SQ制作而成。

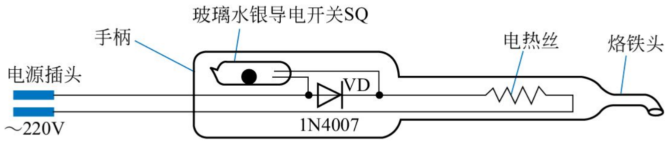


图7-28　节电延寿电烙铁电路图

焊接时，电烙铁头低、手柄高，玻璃水银导电开关SQ内部两触点被水银球桥接通，晶体二极管VD不起作用，电烙铁接220V市电正常工作；停焊间隙，搁在烙铁架上的电烙铁头高、手柄低，SQ内部两触点失去水银球桥接而断开，VD串联在电源回路里作半波整流，使电烙铁工作在半波脉动电压（约99V）状态下预热保温，既限制了烙铁头温度升高，又收到明显节电（约50%）效果。

7.10.2　元器件选择

SQ选用KG-101型（尺寸约φ　5mm×14mm）单向玻璃水银导电开关，要求工作角度≥10°。VD选用1N4004（最高反向工作电压400V）或1N4007（最高反向工作电压1000V）型普通塑封硅整流二极管，其最大整流电流均为1A。

7.10.3　制作与使用

打开欲改造电烙铁的手柄，参照图7-28所示，在两条供电线路中任意选定一条，不分极性串联上晶体二极管VD，并在晶体二极管VD两端并联水银导电开关SQ。为了避免接线间发生短路，应分别为水银导电开关SQ、晶体二极管VD的引线套上合适的塑料或电工专用绝缘套管。水银导电开关SQ在电烙铁手柄内应按图示的位置水平固定，要求手持电烙铁焊接时，其内部两触点能够被水银球可靠桥接通；电烙铁搁到烙铁架上时（应头高手柄低），水银导电开关SQ内部两触点又能可靠失去水银球的桥接而断开为好。

装配成功的节电延寿电烙铁，其使用方法与普通电烙铁几乎没有什么两样，其区别仅在于电烙铁搁到烙铁架上时，必须要保持头高手柄低，否则就会失去节电延寿功能。

这种节电延寿电烙铁在普通烙铁架上搁得时间久了，烙铁头温度下降比较明显，再次焊接时就会感到温度不够高，从而影响焊接速度和质量。如果按照图7-29所示为电烙铁自制一个保温架，在停止焊接时将烙铁头伸进保温筒内，则可使烙铁头温度始终保持在比较正常的焊接温度范围内。保温筒可用坏线绕电阻器的瓷管或电工用的穿墙瓷管加工制成，只要其内径能插入电烙铁头均可。瓷管选定后，再剪两条白铁皮，在白铁皮的两端打上小孔，根据瓷管的外径弯成“Ω”形，将瓷管卡住，用木螺钉把它固定到木底座上去即成。这种保温电烙铁架不仅能良好“保温”，而且还能有效防止工作台上的物品等由于不慎而被电烙铁烫坏。

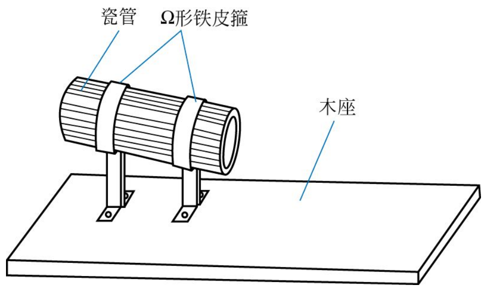


图7-29　保温电烙铁架

第 8 章

其他电子制作

本章介绍了前面各章尚未涉及到的9个新颖电子小制作，内容包括检测工具、自动控制等多个方面。这些制作实例是读者在掌握了第1章“手把手教你学制作”入门制作技能后的延伸和提高，可根据需要选择并自行设计具体的制作步骤和流程等，充分发挥个人能动性开展“动手做”。通过制作与应用，能够让读者尽快成为一名运用电子小作品来善于发现和解决日常中一些实际问题的“电子达人”。

- 8.1 电子水平仪
- 8.2 低电压测电笔
- 8.3 油印机自动计页器
- 8.4 简易西瓜探熟器
- 8.5 盆花缺水告知器
- 8.6 水池自动加水装置
- 8.7 奇特的电子驱鼠器
- 8.8 拥军乐曲光荣灯笼
- 8.9 老人多用途报警手杖

8.1　电子水平仪

水平仪是建筑、安装、加工等行业的工人离不开的实用小工具，也是学生在开展物理、数学等各种科学实验、实践活动时，经常要用到的水平检测工具。

传统的水平仪是依靠观察中间玻璃水管中的空气泡是否处于正中央水平位置，来判定所测平面是否达到水平的。但在光线较暗的环境下使用，要看清、看准空气泡的位置就显得较为困难，从而给测量带来不便。电子水平仪用发光二极管来指示被测物体平面是否达到了水平，不受环境光线影响，新颖有趣，操作方便，值得大家动手一试。

8.1.1　工作原理

电子水平仪的电路如图8-1所示。SQ1和SQ2均为玻璃水银导电开关，它内部由一个短电极和一个长电极组成，并装有导电用的可移动水银球。图中的虚线框反映出了玻璃水银导电开关SQ1和SQ2在水平仪中的安装位置。

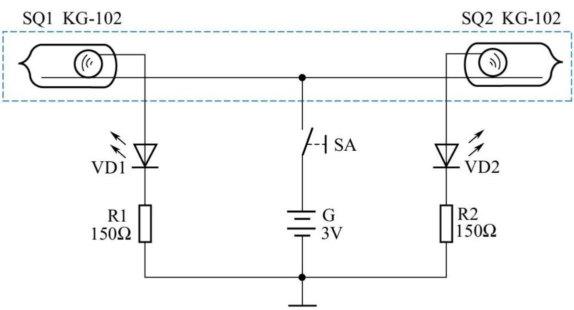


图8-1　电子水平仪电路图

当水平仪处于水平位置时，玻璃水银导电开关SQ1和SQ2内部的水银球均把相应的短电极与长电极接通，因而使两个发光二极管VD1、VD2同时通电发光。当水平仪向着玻璃水银导电开关SQ1一方倾斜时，其玻璃管内的水银球便位移到左端而脱离短电极，使SQ1断开，VD1熄灭；但此时VD2仍发光，表示此端偏高。同理，当水平仪向着玻璃水银导电开关SQ2一方倾斜时，SQ2断开，VD2熄灭，但VD1仍发光，表示此端偏高。

电路中，R1、R2分别为VD1和VD2的限流电阻器，其阻值大小影响着对应发光二极管的发光亮度。SA为电源开关。

8.1.2　元器件选择

SQ1、SQ2选用KG-102型玻璃水银导电开关。VD1、VD2宜用φ5mm红色高亮度发光二极管。R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。SA用CKB-1型小型拨动开关。

G可用两粒G13-A或SR44型氧化银钮扣式微型电池串联而成，以减小体积，方便安装。当然，为了使电池使用寿命更长些，也可用两节7号或5号干电池串联后供电。

8.1.3　制作与使用

整个水平仪电路全部安装在如图8-2所示的一个尺寸约为250mm×30mm×25mm的长条形木盒或塑料盒内。在盒上盖的中间位置开孔固定电源开关SA，两头位置分别为发光二极管VD1、VD2开出φ 5mm的安装孔。盒内部的中间位置，固定安装电池G，两端分别水平安放玻璃

水银导电开关SQ1和SQ2（要求保持在同一水平线上）等。

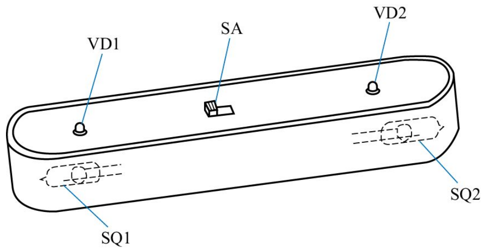


图8-2　电子水平仪装配图

调整时，先用一个普通标准水平仪，放在玻璃等光滑平面上，仔细调整玻璃平面，使其空气泡正好处在气泡槽的中间位置（即水平指示位置）。然后，将电子水平仪放在此玻璃面上，并仔细调整玻璃水银导电开关SQ1、SQ2的位置，使发光二极管VD1、VD2刚好点亮为止。最后，用石蜡或热熔胶固定调好的SQ1、SQ2，便可投入正式使用。

该电子水平仪如果调整得精确，用它完全可以测出偏离水平1°的倾斜角；如果电子水平仪做得足够长，并且两个玻璃水银导电开关SQ1、SQ2离得较远的话，检测精度还可以提高。

8.2　低电压测电笔

随着微电子技术的不断发展，电子爱好者和高电压接触的机会少了，而和低电压打交道却越来越多。普通的测电笔除了在检验家用电器和电子装置对地是否存在高电压（通常≥60V），以确保使用安全这一重要用途之外，在检查一般低电压电路中是否存在低电压，尤其是电动自行

车、摩托车、汽车电路通电与否等方面，就没有了用武之地。

下面介绍一种和普通测电笔使用同样方便的小工具——低电压测电笔。虽然它和普通测电笔一样不能定量地测出电压值，可是却能很方便地检验出被测试对象是否存在电压，是交流电压还是直流电压，以及电压的极性如何等。由于它制作简单、使用方便、体积小巧，的确是电子爱好者值得一用的检测小工具，同样也是机动车辆值得备用的检测小工具。

8.2.1　工作原理

低电压测电笔的电路如图8-3所示，虚线框表示测电笔的壳体。晶体二极管VD1～VD4接成的桥式整流电路和恒流二极管VD5（也叫稳流二极管），构成了一个正、反向恒流值完全相同和交流恒流源；两只发光二极管VD6、VD7反向并联后，串入交流恒流源回路，用作发光显示。

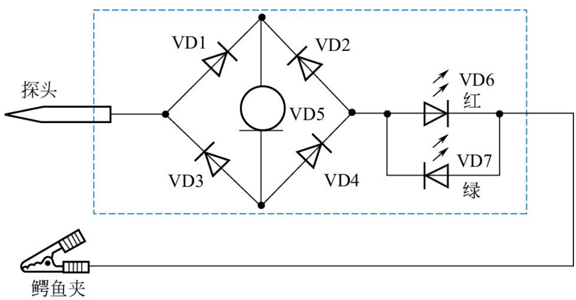


图8-3　低电压测电笔电路图

如被测电压是直流电，当探头接正极、鳄鱼夹接负极时，红色发光二极管VD6发光；反之，探头接负极、鳄鱼夹接正极时，绿色发光二极管VD7发光。如果是交流电压，则VD6、VD7同时发光。使用者根据VD6、

VD7是否同时发光，可区分出交流电和直流电来；根据VD6或VD7发光，可区分出直流电的极性来。

该测电笔的测压范围主要由VD5的饱和电压U_S和击穿电压U_B来确定，一般直流电压范围为4.5～30V，交流电压有效值为3～21V。测电笔耗电低，在测压范围内，工作电流始终等于VD5的恒定电流I_H（这里取2mA左右）；正因如此，VD6、VD7的发光亮度不会随着测试电压的不同而改变。

8.2.2　元器件选择

VD5用2DH2B型恒流二极管，它的外形、引脚排列和电路符号如图8-4所示。其他恒定电流I_H在2mA左右、击穿电压U_B大于30V的恒流二极管，也可直接代用。

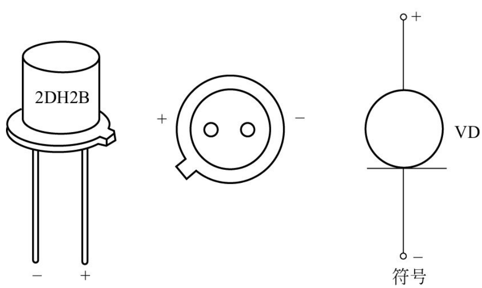


图8-4　2DH2B型恒流二极管外形、引脚排列和电路符号

如果读者手头无恒流二极管，也可用一只3DJ型普通结型场效应管来代替，其接线方法如图8-5所示。由于结型场效应管漏极D的特性曲线与

恒流二极管的特性曲线很类似，所以这种代用品使用效果与恒流二极管十分相近，其恒流值IH等于所用场效应管的饱和漏源电流I_{DSS}，击穿电压U_B等于场效应管漏极D和源极S间的最大耐压BUDS，饱和电压U_S实测一般≤1.5V。

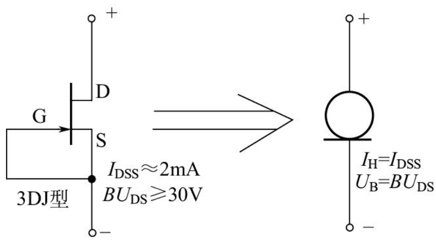


图8-5　恒流二极管的代替

VD1～VD4均用1N4148型硅开关二极管，亦可用1N4001型硅整流二极管来代替。VD6用φ 3mm高亮度红色发光二极管，VD7用φ 3mm高亮度绿色发光二极管。

探头用一段φ　2mm×40mm左右的黄铜丝加工而成，要求外套一段长度略短于探头的红色塑料绝缘管。鳄鱼夹应选用市售小号产品，夹柄绝缘塑料颜色应选用黑色。

8.2.3　制作与使用

如图8-6所示为该低电压测电笔的印制电路板接线图。印制电路板实际尺寸约为45mm×8mm，可用刀刻法制作而成。

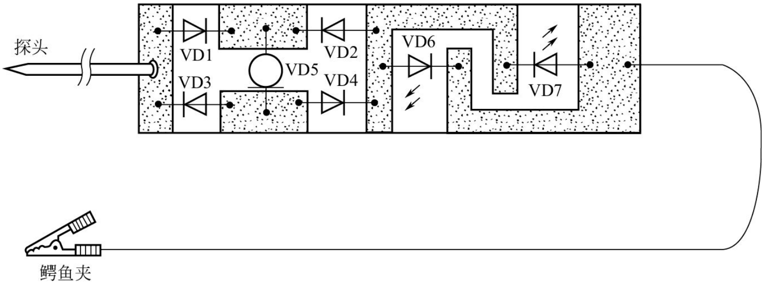


图8-6　低电压测电笔印制电路板接线图

焊接好的电路板参照图8-7所示，直接装入一段尺寸约为φ 12mm×50mm的塑料管内。要求在管体适当位置处事先开出两个φ　3mm的小圆孔，以便伸出发光二极管VD6、VD7的发光管帽；管的两端可用橡皮塞封住，也可用塑料圆片粘封。探头也可用废圆珠笔铜笔头和长约35mm的一段油管芯来代替（铜笔头通过油管芯内的红色塑料外皮电线与电路板相接）；小型鳄鱼夹通过长约30cm的黑色软塑料电线接到管内电路板即成。

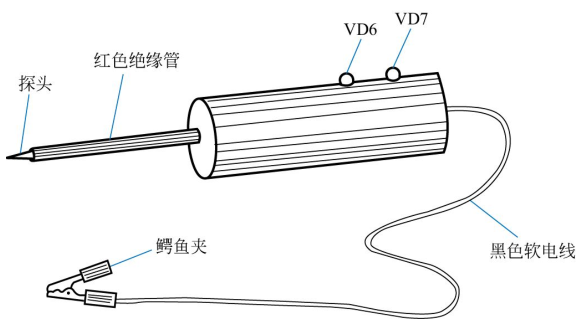


图8-7　低电压测电笔外形图

也可借用普通氖管式测电笔的笔壳进行安装。具体方法是：打开普

通氖管式测电笔，去掉里面的小氖管和高阻电阻器不用，在腾出的空间装入电路板。要求电路板接探头的一端与测电笔原有的笔头金属体相接（可在电路板接笔头金属体的板沿处包上一小块铜皮，并与电路板上的铜箔焊牢），另一端通过长约30cm的黑色软塑料电线，从笔的尾部引接出小型鳄鱼夹；电路板上发光二极管VD6、VD7的管帽，应正好处在测电笔原有氖管发光窗口的位置，以便使用者观察其发光情况。

装配成的低电压测电笔，只要元器件质量有保证，焊接无误，电路不需任何调试，便可投入使用。

使用时，将小型鳄鱼夹夹在被测试对象的公共地线端上，手持测电笔，用金属探头去接触各有关测试点。如果红色发光二极管VD6点亮，则说明探头接触点对地存在正电压；反之，如果绿色发光二极管VD7点亮，则说明探头接触点对地存在负电压。如果两只发光二极管都点亮，则说明被测点上存在交流电压。如果VD6、VD7均不发光，则说明被测点无电压或电压低于4.5V。

8.3　油印机自动计页器

目前，经济欠发达地区的许多乡村学校、村委会等，仍在沿用传统的普通手推油印机来印刷学习资料、考试卷、文件和宣传资料等，操作起来挺辛苦。如果给这种油印机安装上下面介绍的自动计页器，则可准确无误地记录出油印纸张页数，既能防止因印刷者数记纸页而出现的遗忘或缺页、余页等现象，减少印数差错，避免纸张浪费，又能加快油印速度，提高油印效率，何乐而不为。

说起来这台油印机计页器的问世也挺有意义：20世纪80年代中期，作者曾在当地县人民政府办公室当秘书，见当时油印文件过程中由于人工数记印刷页数多有不便，并且由于误差而造成纸张浪费严重，于是便设计了计页器。一经应用，效果明显，广受欢迎，并被上级部门推广……希望读者今后也能够多注意、多观察身边的事物，运用自己掌握的电子技能，发挥聪明才智，解决生活、学习和工作当中碰到的实际问题。

8.3.1　工作原理

油印机自动计页器的电路如图8-8所示，它由一台具有累加功能的袖珍计算器和一个常开触点的干簧管E、一块条形永久小磁铁构成，成本很低。

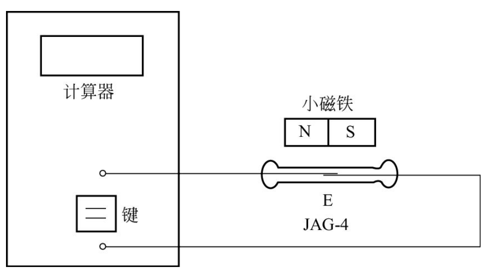


图8-8　油印机自动计页器电路图

当油印机工作时，随着每印刷一页纸张，小磁铁均完成一次“接近干簧管E→远离干簧管E→”的过程，干簧管E内部两常开触点即自动闭合一次。由于计算器已事先被人工调节进入累加状态，并且干簧管E的两触点直接并联在计算器内部等号键“＝”两端，所以干簧管E的每次闭合相当于

按动了计算器等号键“＝”，相应地通过液晶显示屏便可以读出即时印刷的纸张页数来。

8.3.2　元器件选择

计算器可用具有累加功能的袖珍型产品，如838、XJQ-80、FX-505型等。判别计算器有无累加功能的方法是：依次按动“ON/C”→“1”→“＋”→　　　　“1”→“＝”→“0”键，显示屏上即会出现“0”数字；接着按动“＝”键n（自然数字）次，显示屏上会出现与按键次数相同的自然数字n。如果不是这样，那么所判别的计算器便无累加功能，就不能在本制作中使用。

E选用体积较小的JAG-4或JAG-3型常开触点干簧管。小磁铁最好选用磁性较强的条形永久磁铁，从市售磁性碰锁或废旧磁性铅笔盒中拆出来的磁铁，使用效果就挺不错。

8.3.3　制作与使用

整个制作过程分改造计算器和在油印机上安装计页器两步来进行：

首先，打开计算器的后盖，找到“＝”键的两个触点，用电烙铁（注意：外壳一定要良好接大地）分别焊引出长0.5m左右的两根软细塑料引线。引线最好是耳机线，因为它又细又软，既便于在计算器内部焊接，又可避免在使用中发生折断故障。

然后，将引线的另一端分别焊接在干簧管E的两个电极上，并按照

图8-9所示，设法将干簧管固定在油印机托纸板座侧边1/2处，再把纱床压下，让其靠近托纸板座，正对着干簧管在纱床框侧面固定条形永久小磁铁，使纱床每次落下油印纸张时，小磁铁都能够可靠吸合干簧管内部的常开触点。如果不是这样，应适当调节干簧管与小磁铁之间的距离和相对位置，或选用磁性更强的磁铁。

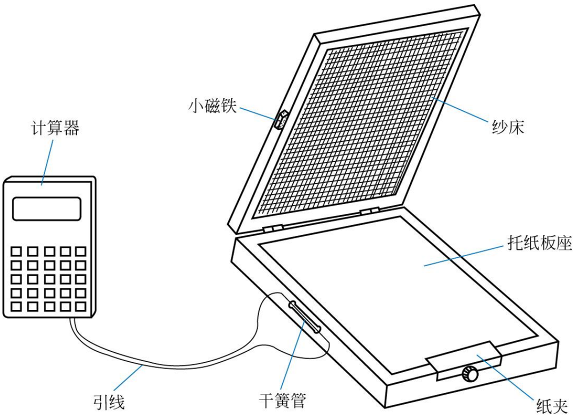


图8-9　油印机自动计页器安装图

使用时，首先按动计算器上的“ON/C”键，使电源接通；然后，依次按动计算器的“1” →“＋”→“1”→“＝”→“0”键，使显示屏上出现“0”，即可正式开始油印。每油印一页纸时，计算器就会自动进行累加“1”运算，所印页数可随时方便地从显示屏上读出。一张蜡纸印完后再印另一张蜡纸时，只需按动计算器“0”键，即可使计算器重新从头开始计页。油印结束，按动计算器“OFF”键，便可关闭电源。

油印中如果出现了废页，按动计算器表示实际页数的数字键，即可实现减去废页的目的。例如：油印到100页时，出现了两页废页，计算器

显示数字为100，这时只需依次按动计算器“9”“8”两键，显示数字即可退回到实际数字98，再继续工作。

8.4　简易西瓜探熟器

炎热的夏天，解渴消暑的西瓜大量上市。如何判别西瓜的生熟，是许多人所关心的话题。为此，我们可动手制作一个既实用又有趣味的电子检测小工具——西瓜探熟器，它能够对比探测出同一批西瓜的生熟情况。由于电路简单、制作容易、携带方便，所以非常适合家庭、瓜农或西瓜经销者使用。

此西瓜探熟器是笔者在1987年研制成功的，线路在全国性周报——《电子市场》1987年第36期上公开发表后，曾受到广大电子爱好者和有关电子生产厂家的热烈欢迎，并被当时多种报刊转载。

8.4.1　工作原理

西瓜探熟器的电路如图8-10所示。它的核心元件是一块二输入端四与非门集成电路A，其中门I、门II和门IV均接成反相器（非门）使用。

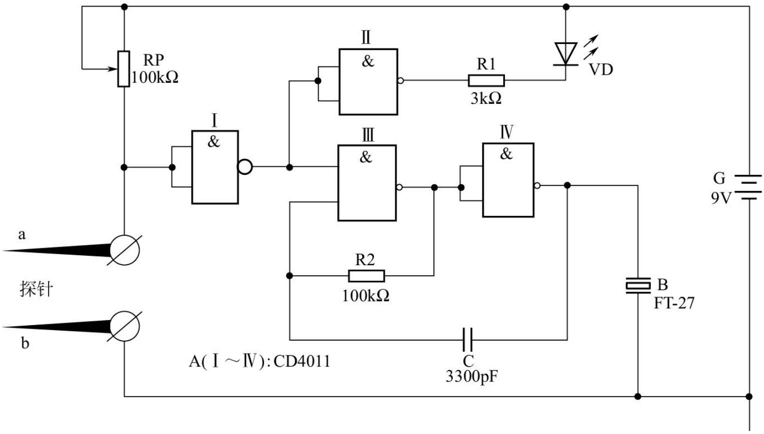


图8-10　西瓜探熟器电路图

门I输入电平高低由电位器RP和探针a、b所测到的西瓜电阻对电池G的分压来决定。生西瓜与熟西瓜的水分、离子浓度是不相同的，因而它们的导电度也不相同；熟西瓜电阻小，生西瓜电阻大。当探针a、b插入熟西瓜时，西瓜电阻较小，门I输入端为低电平（$<1/2V_{DD}$），其输出端的高电平分别加到门II和门III的输入端，一方面使门II反相输出低电平，发光二极管VD两端获得一定的电位差而发光；另一方面使门III、门IV等组成的音频多谐振荡器工作，压电陶瓷片B即发出“嘀——”的响声。当探针a、b插入生西瓜时，西瓜电阻较大，门I输入端处于高电平（$>1/2V_{DD}$），其处于低电平的输出端分别“封住”门II和门III输入端，使发光二极管VD不发光、压电陶瓷片B无声。根据发光二极管VD和压电陶瓷片B是否发光和发声，即可判断出所测西瓜的生熟程度。

电路中，RP为报警灵敏度调节电位器。R1是发光二极管VD的限流电阻器；R2和C分别为振荡电阻器和电容器。门III、门IV组成的多谐振荡

器频率由公式$f=1/(2.2\times R_2\times C)$决定，按图中所给出的数值计算得到的频率f约为1400Hz。由于电路工作时门I翻转的门限值为$1/2V_{DD}$，它与电池G的电压高低无关，所以电路工作点不受电池G的电压变化影响，电路工作很稳定。

8.4.2　元器件选择

A1（Ⅰ~Ⅳ）选用CD4011型二输入端四与非门数字集成电路，它采用塑料双列直插形式封装，共有14个引出脚，其引脚排列见本书前面图3-27所示。CD4011也可用CC4011、TC4011或MC14011型等同类数字集成电路块来直接进行代换。

VD用φ　5mm高亮度红色发光二极管。当然，也可按个人喜好选用其他颜色和形状的发光二极管。

RP用WS-1型非紧锁型有机实芯电位器。R1、R2均用RTX-1/4W型碳膜电阻器。C用CT1型瓷介电容器。B选用FT-27或HTD27A-1型压电陶瓷片，要求配带简易助声腔。

G用一块6F22-9V型叠层干电池，要求配带如图8-11所示的揿钮式接线扣板。扣板可购买成品，也可从废旧叠层干电池上拆取，并焊上引线即行。由于电池扣板与叠层干电池之间的接触扣是凹凸相扣，所以在电池扣板上，应是凹扣接电路正极引线，凸扣接电路负极引线，注意不要搞错。因整机平时耗电甚微，故不必设电源开关。

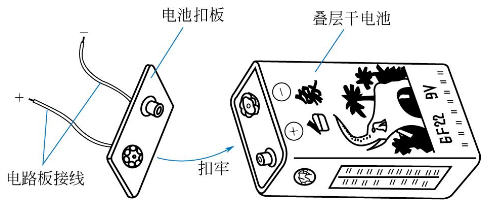


图8-11　电池扣板的连接

8.4.3　制作与使用

如图8-12所示为该西瓜探熟器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为50mm×25mm。印制电路板可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，省去加工专用印制电路板的麻烦。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿数字集成电路A内部的CMOS电路。

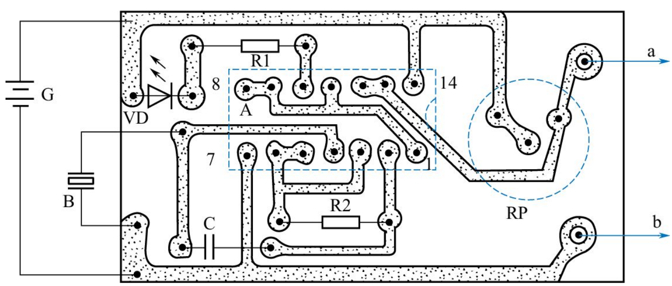


图8-12　西瓜探熟器印制电路板接线图

焊接好的电路板装入尺寸约为110mm×30mm×20mm的长条形绝缘盒内，其外形如图8-13所示。探针a、b用两根大号缝衣针，将它用小螺钉固定在电路板上，其针尖从盒子前端伸出来。盒子面板事先为压电陶瓷

片B开出释音孔，并分别开孔伸出发光二极管VD的管帽、伸出电位器RP的轴柄。在电位器RP的轴柄上安装一只合适的旋钮，并在面板上刻出旋钮调节挡位。电池G通过带引线的揿钮式接线扣板与电路板接通。

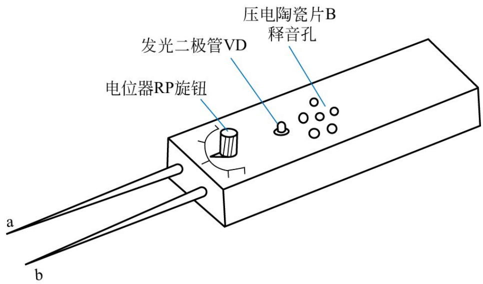


图8-13　西瓜探熟器外形图

本装置调试很简单：将探针插入已知的成熟西瓜内，调节电位器RP阻值，使发光二极管VD和压电陶瓷片B处于临界不发光和不发声状态即行。这样在同一片西瓜地或同一批销售西瓜中，就能快速判别出哪些是熟西瓜，哪些是生西瓜来。如嫌压电陶瓷片B发声音调太高（或太低），可通过适当增大（或减小）电阻器R2的阻值或电容器C的容量来加以调整，直到满意为止。

值得注意的是：由于不同产地、品种的西瓜电阻率有所不同，所以在探测同一批的西瓜时，应首先重新调整电位器RP的阻值，即调整好电路的参考工作点，以保证探测的准确度。

8.5　盆花缺水告知器

养花能够美化环境、陶冶人们的性情，许多退休在家的老人都喜欢

养花。如果制作一台盆花缺水告知器送给长辈，一定会讨得他们的欢心。

盆花缺水告知器制作成本低，它能够在花盆土壤过分干燥时自动奏响电子音乐声，以提醒主人尽快给花卉浇水。

8.5.1 工作原理

盆花缺水告知器的电路如图8-14所示。土壤探头a、b和晶体三极管VT1、微调电位器RP等构成了探测电路，音乐集成电路A、晶体三极管VT2、电感器L及压电陶瓷片B等构成了音响发生电路。

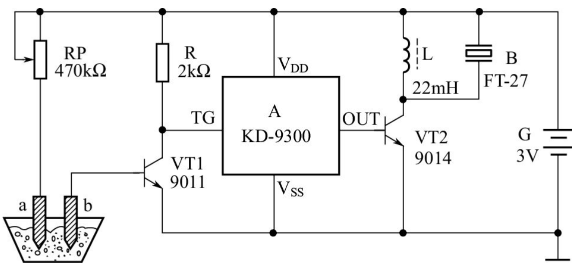


图8-14 盆花缺水告知器电路图

晶体三极管VT1的基极偏流电阻由微调电位器RP和土壤探头a、b所探测到的土壤电阻串联而成。平常盆花不缺水时，置入盆花湿润泥土内的a、b探头所检测出的土电阻较小，晶体三极管VT1获得合适偏流而饱和导通，音乐集成电路A的触发端TG处于低电位，故A内部电路不工作，晶体三极管VT2处于截止状态，压电陶瓷片B无声。

一旦盆花缺水，探头a、b检测到的土电阻就会成倍增大，晶体三极管VT1失去合适偏流而退出饱和区，音乐集成电路A的触发端TG获得

≥$1/2V_{DD}$的触发电压，A内部电路被触发工作，其输出端OUT反复输出内储的音乐电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，驱动压电陶瓷片B奏出清脆悦耳的乐曲声。主人闻讯浇水后，音乐声即很快自行停止。

电路中，电感器L并联在压电陶瓷片B两端，它与呈电容特性的压电陶瓷片构成LC并联谐振回路，可显著增大发音量。

8.5.2　元器件选择

A选用KD-9300系列音乐集成电路，亦可用HFC1500、KD-152系列音乐集成电路直接代换。KD-9300的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

VT1用9011（集电极最大允许电流I_{CM}＝30mA，集电极最大允许功耗P_{CM}＝200mW）或3DG6型硅NPN小功率晶体三极管，要求电流放大系数β＞50；VT2用9014（I_{CM}＝0.1A，P_{CM}＝310mW）或3DG8型硅NPN小功率晶体三极管，要求电流放大系数β＞100。

RP用WH7-A型立式微调电位器。R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。L用LG2-22mH型固定磁芯电感器。

B用φ27mm的压电陶瓷片，如FT-27、HTD27A-1型等，要求配带上简易金属或塑料共振腔盖（参见前面图3-7所示），以增大发音量。G用两节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压3V。

8.5.3　制作与使用

如图8-15所示为该盆花缺水告知器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸仅为30mm×30mm。印制电路板可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，省去加工专用印制电路板的麻烦。晶体三极管VT2可直接插焊在音乐集成电路A的小印制电路板上。A通过4根长约6mm的元器件剪脚线插焊在电路板上。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS电路。

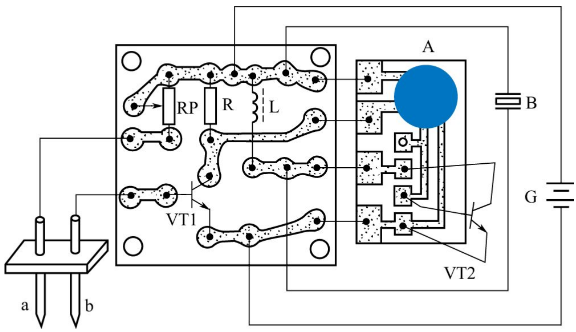


图8-15　盆花缺水告知器印制电路板接线图

焊接好的电路板连同干电池G、压电陶瓷片B一起装入体积合适的绝缘小盒内。盒面板为压电陶瓷片B开出释音孔，盒侧面开孔引出外接探头的双股软导线。土壤探头a、b采用长度约60mm的两根粗钢丝或不锈钢针，相间15mm左右插入花盆泥土中。为防止位置变动，可用塑料块或有机玻璃块进行固定，具体参见图8-15所示。

为了使制成的盆花缺水告知器外观漂亮，使用更加方便，还可将整个告知器制作成如图8-16所示的“一体化”结构。具体方法：土壤探头a、b直接固定在电路盒上。盒子的面板采用有机玻璃边角余料，要求加工成向

日葵（或其他花卉）形状，并在上面用色漆描绘出向日葵图案即成。如果要进一步缩小整机体积，可将干电池G改用成两粒串联的G13-A或SR44型氧化银扣式电池。

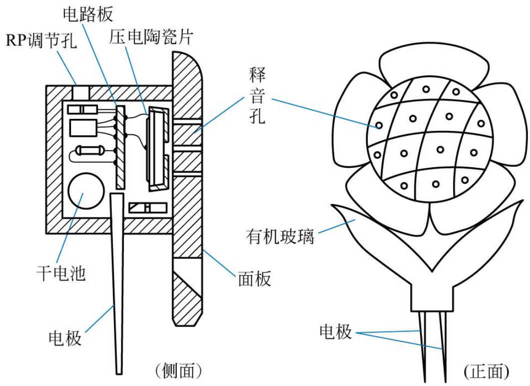


图8-16　盆花缺水告知器外形结构图

盆花缺水告知器调试很简单：在盆花缺水时，通过调节微调电位器RP阻值（必要时可改变探头插入泥土的深度及间距），使压电陶瓷片B处于临界不发声状态即可。

8.6　水池自动加水装置

众所周知，许多地方的学校、单位和工厂都采用自建的高位水池（塔）自来水系统供水；随着城乡人民生活的不断改善，许多居家也都建起了高位水池自来水系统或楼顶太阳能热水箱。

如果给这些水池（塔、箱）安装上下面介绍的自动加水装置，则可实现无人操作自动加水，既方便省事，又具有时代感。

8.6.1　工作原理

水池自动加水装置的电路如图8-17所示。干簧管E1、E2和磁铁、浮球及支架等组成了水池水位检测系统；脉冲驱动双稳态继电器K和电阻器R、电容器C等组成了水泵电动机M的自动供电控制开关。

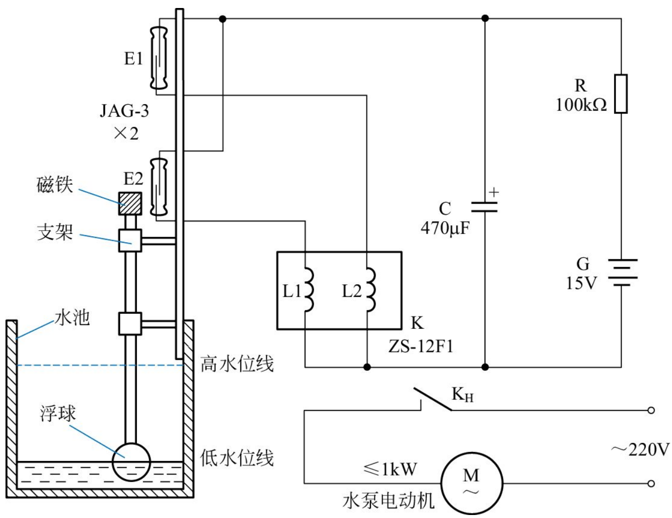


图8-17　水池自动加水装置电路图

平时，水池水位处于干簧管E1、E2限定的上、下水位之间，E1、E2内部常开触点均处于断开状态，脉冲驱动双稳态继电器K不吸动，其常开触点K_H 切断电动机M的电源，使水泵不工作。此时，电池G通过电阻器R给电容器C充足电。一旦水池水位下降至限定的低水位线，则磁铁靠近干簧管E2，使其内部两触点吸合。于是电容器C通过干簧管E2及脉冲驱动双稳态继电器K的L1绕组快速放电，放电电流使K的常开触点K_H 产生记忆自锁吸合，电动机M通电运转，水泵开始向水池抽水。随着水池水位的不断

上升，磁铁远离干簧管E2，使其内部两触点依靠自身弹性跳开，电池G即开始通过电阻器R向电容器C再次充好电。当水位上升至限定的高水位线时，磁铁靠近干簧管E1，使其内部两常开触点吸合，已充足电的电容器C通过干簧管E1、脉冲驱动双稳态继电器K的L2绕组快速放电，放电电流使K的常开触点K_H 释放，电动机M断电停转，水泵即停止加水。当水位再次下降时，重复上述过程，如此循环反复，实现自动供水。

电路中，由于采用干簧管E1、E2作水位检测元件，避免了常见电极式水位探头始终浸在水中、且一直处于通电状态，而使电极容易产生电化和电解双重锈蚀，导致寿命大打折扣的弊端；另外，采用干电池G脉冲供电方式，安全可靠、节能明显、造价低。

8.6.2　元器件选择

K选用国产ZS-12F1型脉冲驱动双稳态继电器（亦称记忆自锁继电器或双线圈脉冲驱动继电器），它集脉冲驱动记忆自锁节能技术和中功率继电器于一体，具有任意极性脉冲电压驱动、静态不耗电、机械记忆锁存、双稳态输出、控制功率大等特点。这种继电器由于不需要维持电流，所以它是节约电能的；由于通过机械结构使触点保持自锁状态，所以它又是简单和安全可靠的。

ZS-12F1的外形尺寸及引脚排列如图8-18所示。这种继电器共有七个接线端子，其中扁粗的A、B、C三个端子，为转换触点端子；圆细的四个接线端子，为双触发线圈端子（L1为脉冲吸合线圈，L2为脉冲复位线圈）。

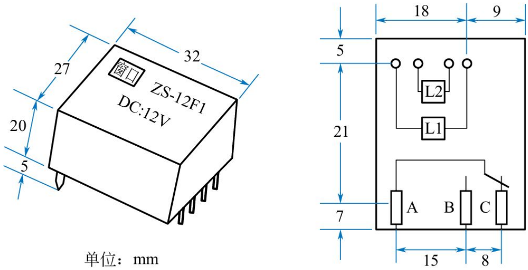


图8-18　ZS-12F1型脉冲驱动双稳态继电器外形尺寸及引脚排列

ZS-12F1的主要参数：绕组工作电压为12V（其他可从厂家定做）电容脉冲或矩形脉冲，脉宽＞30ms，瞬态功率＜1.6W；设有一组转换触点，常开（A、B端）及常闭（A、C端）触点负荷分别为30A×220V（交流）、20A×220V（交流），触点寿命可达2万次；绝缘电阻1000MΩ，介质耐压2500V（50Hz下1min不击穿），使用环境温度范围-40～55℃。

C用CD11-25V型电解电容器。R用RTX-1/8W型碳膜电阻器。G用10F22-15V型叠层干电池。E1、E2均用JAG-3型常开触点干簧管。磁铁可用废弃小扬声器的环形磁铁等。

8.6.3　制作与使用

如图8-19所示为该自动加水装置的印制电路板接线图。印制电路板最好采用环氧基质铜箔板制作，实际尺寸约为60mm×55mm。

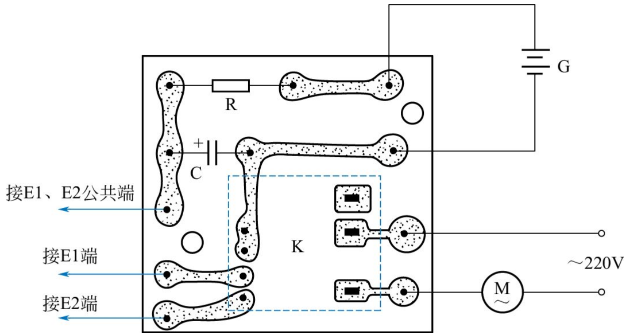


图8-19　水池自动加水装置印制电路板接线图

焊接好的控制电路板连同电池G全部装入一体积合适的绝缘密闭小盒内。水位检测系统按图8-17所示自行制作。由于水泵电动机M的功率比较大，所以从脉冲驱动双稳态继电器K引出来的交流电控制线要用一定粗度的铜芯线。

实际应用时，如果水泵采用的是三相交流电动机，则应通过合适的交流接触器去间接控制水泵（即图中电动机M位置接交流接触器，接触器常开触点串入被控三相电动机电源回路）。如果用自来水向楼顶水箱加水，则图中电动机M可直接改接成合适的220V交流电磁水阀。

8.7　奇特的电子驱鼠器

电视上播出的《动物世界》节目里讲：老鼠对同伴处于危险绝境、临死前发出的哀叫声特别敏感，一旦听到后就不敢再出现在同伴“遇难”的地方。笔者受此启发，研制了一种可录、放老鼠绝望时发出哀叫声的奇特电子驱鼠器，经实际使用，证明效果良好，并且不会像鼠药毒杀那样对环

境造成污染，有兴趣者不妨动手一试。

8.7.1　工作原理

奇特的驱鼠器电路如图8-20所示。“555”时基集成电路A1与晶体二极管VD1、电阻器R1和R2、电容器C1等组成了定时脉冲触发电路，它实际上是一个简单的无稳态振荡电路；超薄语音录放模块A2和外围驻极体话筒B1、扬声器B2等组成了12s语音录放电路。A2录入的声音可反复播放，并且断电后所储声音信息不会丢失，用于记录和播放老鼠叫声十分方便。

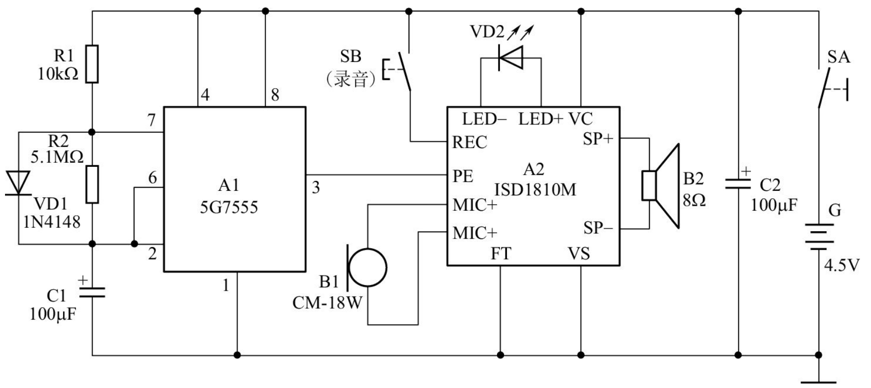


图8-20　奇特的驱鼠器电路图

当按下录音开关SB的按键不松手时，语音录放模块A2的录音控制端REC获得高电平触发信号，发光二极管VD2点亮，表示进入录音状态。这时，让驻极体话筒B1接近受到人为攻击后发出惊叫声的被捉老鼠，A2即自动录入有关老鼠的叫声。手松开SB按键后，VD2熄灭，录音结束。本电路最多可录入12s的语音，如果录音超过12s，则VD2自动熄灭，表示语音

录满。如对录音不满意，可以重新录制。录音完毕，电路自动进入放音状态。

放音是通过“555”时基集成电路A1等构成的无稳态振荡电路，产生定时脉冲信号，来直接触发A2实现自动间歇放音的。闭合电源开关SA，由于电容器C1尚来不及充电，所以导致A1的第3脚输出高电平。此时，一方面电池G通过电阻器R1、晶体二极管VD1向C1快速充电，使C1两端电压很快达到电池电压的2/3，导致A1的第3脚输出低电平；另一方面，A1第3脚所输出的高电平直接送入A2的正脉冲触发放音端PE，使A2受上升沿触发从SP＋、SP-两端输出一遍内储的录音电信号，并直接推动扬声器B2还原出老鼠叫声。当A1第3脚输出低电平时，其内部放电三极管导通，通过第7脚和R2对C1储存的电荷进行缓慢放电，约经过6min（分钟）时间，C1两端电压降至电池电压的1/3，A1内部电路置位，A1的第3脚恢复高电平，触发A2电路再次放音。此时，电池G又通过R1、VD1向C1充电，电路重复以上过程……如此反复循环，B2会每隔6min自动播放一遍老鼠叫声录音，直到断开SA后为止。

8.7.2　元器件选择

A1选用CMOS工艺生产的5G7555或CB7555、CH7555、I_{CM}7555、SG7555等型“555”时基集成电路，其引脚排列和功能参见本书前面图2-23所示，其静态电流非常小，只有75μA左右（4.5V工作电压下测定），而且工作电压低（实测不低于2V就能正常工作）。TTL工艺生产的普通“555”时基集成电路，因其功耗大，要求工作电压较高（≥4.5V），而不适宜在制作中使用。

A2选用新颖ISD1810M型超薄语音录放模块（俗称“魔块”），其语音录放集成电路芯片和外围阻容元件等分别采用软封装和贴片工艺制作在尺寸仅为17.5mm×15mm的双面小印制电路板上（如图8-21左边所示），总厚度仅为2mm；只要给它外接上电池、一录一放两个开关、扬声器和驻极体话筒等，便可实现录音和放音，使用非常方便。ISD1810M的主要参数：工作电压范围为2.7～5.5V，静态电流≤0.5μA，工作电流约25mA；录音时间8～20s（缺省值12s），录入语音断电不怕丢失，可重复录音达10万次。

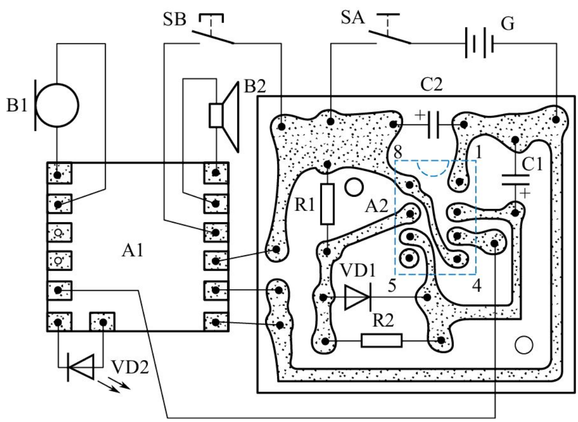


图8-21　奇特的驱鼠器印制电路板焊接图

B1选用CM-18W型（ϕ　10mm×6.5mm）高灵敏度驻极体话筒，其实物外形和引脚识别参见本书前面图1-36所示。CM-18W的灵敏度划分成五个挡，分别用色点来表示：红色为-66dB，小黄为-62dB，大黄为-58dB，蓝色为-54dB，白色＞-52dB。本制作中应选用蓝色或白色点产品，以获得较高的灵敏度。B1也可用其他灵敏度较高的小型驻极体话筒来

直接代替。B2可用YD58-1型小口径8Ω、0.25W动圈式扬声器。

VD1用1N4148型硅开关二极管，VD2可用φ　　3mm红色发光二极管。R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CD11-10V型电解电容器。SB用6mm×6mm小型轻触式按键开关。SA可用CKB-1型拨动开关。G用三节5号干电池串联（需配塑料电池架）而成，电压为4.5V。

8.7.3　制作与使用

如图8-21所示为该驱鼠器的印制电路板焊接图，印制电路板实际尺寸约为35mm×35mm。印制电路板可直接采用相同大小的单孔“洞洞板”，并充分利用元器件引脚飞线连接，省去加工专用印制电路板的麻烦。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A1、A2内部CMOS电路！

焊接好的电路可装入体积合适的塑料小盒（如电子门铃外壳）内。盒面板为扬声器B2开出释音孔，并开孔固定电源开关SA；为防止使用中误抹掉A2录入的老鼠叫声，录音开关SB以及驻极体话筒B1（带有长约30cm的屏蔽引线）、发光二极管VD2，均不在盒外壳上打孔安装，直接将其焊固在盒内即可；也可在录好老鼠叫声后，干脆拆掉SB及B1不用。

装配好的驱鼠器，其驱鼠效果直接取决于“录音”质量。可将驻极体话筒B1伸进装有老鼠的笼子里，一边用小棍拨打老鼠，使其发出惊吓、绝望、悲哀、痛苦的“救命”声，一边按下SB不松手，使语音录放“魔块”A2录入长达12s的老鼠叫声。如果对录音不满意可重录一次。如果先用普通录音机将老鼠的叫声录制、剪辑好，再转录到语音录放“魔块”A2，则效果更

佳。如嫌电子驱鼠器定时发声的时间间隔太长（或太短），可通过适当减小（或增大）电阻器R2的阻值来加以调整。例如，当R2阻值分别取3MΩ、4.7MΩ和6.8MΩ时，所对应的定时时间依次约为3.5min、5.4min和7.8min。

由于老鼠十分惧怕其“天敌”——猫的叫声，所以读者也可试着录入家猫扑鼠时那威严、阴森可怕的叫声，用于驱鼠效果同样不错。并且对于大多数读者来讲，录入家猫叫声要比录入老鼠叫声容易得多了。

顺便指出：读者购买来的语音录放模块A ，其录音时间一般为12s（缺省值），如嫌时间短，可将模块背面标注为ROSC（或R2）的120kΩ贴片电阻器，改换成为200kΩ，则录音时间可增大到20s。如果分别将ROSC改换成为80kΩ、100kΩ、160kΩ的贴片电阻器，则可对应获得8s、10s和16s的录音时间。但应注意：录音时间越短音质越好，录音时间越长音质越差。

使用时，将驱鼠器放在需要驱赶老鼠的地方，合上电源开关SA即可。这样，电子驱鼠器每隔一段时间自动发出的老鼠临死前的叫声，可有效吓唬住现场周围的老鼠，使其逃之夭夭，鼠迹从此断绝。由于电路处于静态时，总电流实测＜0.1mA，发声时超不过30mA，故使用干电池很节省。一般每换一次新的5号干电池，可工作数个月时间。

8.8　拥军乐曲光荣灯笼

每逢新春佳节，人们总不会忘记那些日日夜夜守卫在边防线上的亲人解放军，都要采取各种形式开展拥军优属活动。如果以少先队、共青团

的名义给军烈属门前挂上一盏能演奏《十五的月亮》乐曲的大红光荣灯笼，那该多有意义啊。

下面就介绍这种拥军乐曲光荣灯笼的制作方法。

8.8.1　工作原理

拥军乐曲光荣灯笼的电路如图8-22所示，它由照明电路和音乐演奏电路两部分组成。

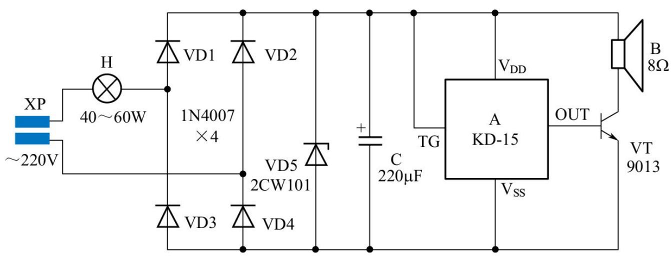


图8-22　拥军乐曲光荣灯笼电路图

将电源插头XP插入220V交流市电插座，电灯H发光；与此同时，220V交流市电经电灯H降压限流、晶体二极管VD1～VD4桥式整流、稳压二极管VD5稳压和电容器C滤波后，输出约3V直流稳定电压，供音乐集成电路A及晶体三极管VT用电。由于音乐集成电路A的高电平触发端TG与电源正端V_{DD} 直接相连，所以通电后的A内部电路会受到触发而工作，其输出端OUT会反复输出内储的乐曲电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动扬声器B奏响优美动听的乐曲。

8.8.2　元器件选择

A选用KD-15型（内储《十五的月亮》乐曲）音乐集成电路，它采用黑胶封装形式将电路直接制作在一块尺寸仅为24mm×12mm的小印制板上（参见图8-23所示），并给出外接功率放大三极管的焊接脚孔，使用非常方便。KD-15的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。KD-15也可用外形和引脚排列完全一样、但内储乐曲不同的KD-9300或HFC1500系列音乐集成电路来直接代换。

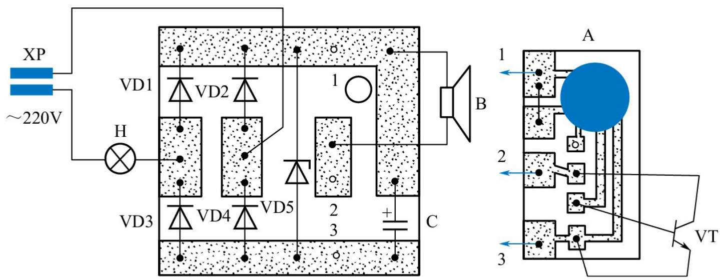


图8-23　拥军乐曲光荣灯笼印制电路板图

VT可选用9013（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝625mW）或3DG12、3DX201等型硅NPN中功率晶体三极管，要求电流放大系数β＞100。VD1～VD4采用1N4007型（最大整流电流I_{FM}＝1A、最高反向工作电压U_{RM}＝1000V）塑封硅整流二极管；VD5选用稳压值为3V左右的硅稳压二极管，要求功率大于1W，如2CW101（旧型号为2CW21S）、1N4728型等。

C用CD11-16V型电解电容器。B用8Ω、0.25W小口径动圈式扬声器。H为配带灯头的普通白炽灯（也叫钨丝灯泡），这里它既点亮灯笼、

又作为音乐电路的“变压器”（具有分压、限流双重作用），功率取40W或60W为宜。注意：瓦数太小，向音乐电路供电不足，会导致扬声器B发声阻塞变调；瓦数太大，会过电流烧坏稳压二极管VD5。XP用220V交流电器常用的普通二极电源插头。

8.8.3　制作与使用

整个音乐演奏电路的元器件可焊装在如图8-23所示的印制电路板上。印制电路板实际尺寸为30mm×30mm，可用刀刻法制作。音乐集成电路A通过三根长约7mm的软铜丝垂直插焊在印制电路板上。焊接时注意：电烙铁外壳应良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS集成电路。

焊接好的电路板连同电灯H一块装入自制的彩纸灯笼或市售成品大红灯笼内即成。如图8-24所示是一组装成的音乐灯笼外形图。灯笼与插头XP之间的连接电线视实际情况确定长短，灯笼上面还可写上“一人参军，全家光荣”等有关字句。

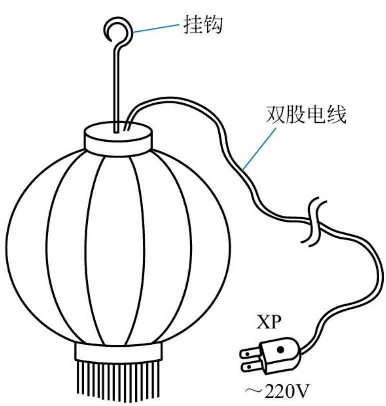


图8-24　拥军乐曲光荣灯笼外形图

该音乐灯笼只要元器件良好，焊接无误，不用调试就能正常工作。将音乐灯笼悬挂在烈、军属的大门口，插头XP接屋内220V交流电源插座，即可使灯笼一边点亮、一边演奏拥军乐曲，给节日里的烈士、军属之家带去浓郁的欢乐气氛。

顺便说明一下，本人研制的这种音乐灯笼，电路设计有独到之处。所制一盏样品灯笼已经使用近20个春节，性能稳定，效果良好。由于音乐灯笼电路直接与220V交流市电相通，故安装、使用时一定要注意安全，以免人体触电。

8.9　老人多用途报警手杖

动手在普通手杖内安装上下面介绍的多功能报警电路，可制成新颖的老人多用途报警手杖，把它送给年迈的爷爷、奶奶或父母，可表达出自己的一片孝心。

这种多用途报警手杖具有老人横穿马路声光警示、发生意外寻求救助、防盗报警、天亮报晓四种功能，是老人生活中非常有用的“好帮手”。

8.9.1　工作原理

老人多用途报警手杖的电路如图8-25所示，它主要采用了模拟声集成电路A。平时，模拟声集成电路A不工作，晶体三极管VT1、VT2均截

止，整个电路静态耗电甚微（实测总电流＜3μA）。当模拟声集成电路A的触发端TG受到高电平（或正脉冲）触发时，A内部电路工作，其输出端OUT输出内储的“叮——咚——”声电信号，经晶体三极管VT1功率放大后，推动扬声器B发声；与此同时，扬声器B两端的部分音响电信号经限流电阻器R2加至晶体三极管VT2的发射结，经VT2功率放大后，驱动小电珠H随声响节奏闪光。

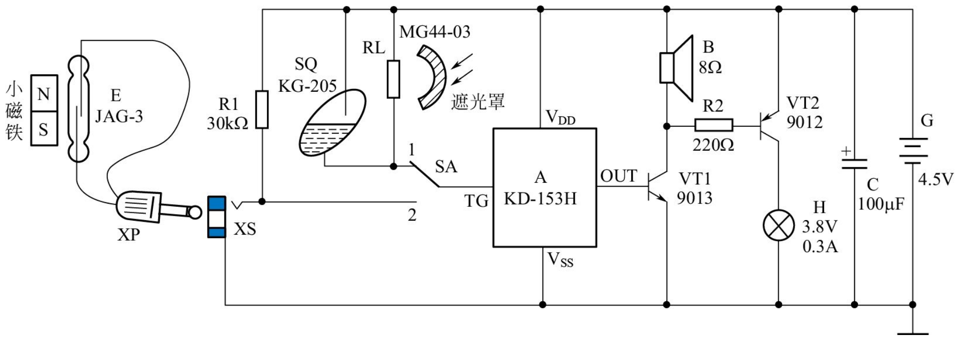


图8-25　老人多用途报警手杖电路图

SA为功能选择开关，当其拨至位置“1”时，水银导电开关SQ和光敏电阻器RL被接入模拟声集成电路A的触发回路。平时，手杖不用时竖直放置或使用时基本呈竖立状态，SQ内部水银触点断开，与其并接的RL也被遮光罩罩住呈高阻值，故A的触发端TG无法获得高电平触发信号，报警电路无声光信号产生。当老人不慎摔倒或因其他原因急需帮助时，随着手杖落地或老人有意横放手杖，SQ内部水银触点接通，A获得高电平触发信号，电路即产生声、光信号，从而提醒附近的人们迅速给以救助。用于天亮报晓时，将手杖竖放在窗台上，取掉光敏电阻器RL上的遮光罩，将感光孔朝向窗外；天亮时，RL感光呈低电阻值，A受高电平信号触发，电路即

发出报晓声。

当老人横穿马路时，将功能选择开关SA拨至位置“2”，模拟声集成电路A便会经电阻器R1获得高电平触发信号，电路即产生声、光信号，提示车辆司机注意。尤其在夜晚由手杖顶端发出的一闪一闪红光，更使老人行路增加了安全感。如果在插孔XS内接入由干簧管E、小磁铁等组成的磁控开关，则可构成简易防盗报警器，可用于家庭门窗及贵重物的防盗报警。平时，小磁铁靠近并吸合干簧管E内部的常开触点，使模拟声集成电路A的触发端TG接地（V_{SS}），报警电路无声、光信号产生；一旦发生盗情，小磁铁就会远离干簧管E使其内部触点断开，模拟声集成电路A便经电阻器R1获得高电平触发信号，使电路同样产生声、光报警信号。

8.9.2　元器件选择

A选用KD-153H型“叮——咚——”门铃专用模拟声集成电路。该集成电路采用黑膏封装在一块尺寸为24mm×12mm的小印制电路板上，并给有插焊外围元器件的孔眼，安装使用很方便。KD-153H的主要参数：工作电压范围1.3～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围-10～60℃。

VT1选用9013（集电极最大允许电流I_{CM}＝0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝625mW）或3DG12、3DK4、3DX201型硅NPN中功率三极管，VT2选用9012（集电极最大允许电流I_{CM}＝-0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}＝625mW）或3CG23型硅PNP中功率三极管，均要求电流放大系数β＞150。

SQ选用KG-205型万向玻璃水银导电开关，其外形和内部结构如图8-26所示，外形尺寸约为φ 5mm×13mm，要求工作角度≥45°。该水银导电开关是在玻璃管内封装上一定量的水银，并引出直电极和环电极密封而成，通过水银球的移动来实现开关的通断。当水银导电开关处于如图8-26（a）所示的垂直状态时，由于水银球仅与直电极接触，而环电极与直电极间是相互不接触的，所以水银导电开关呈断开状态；当水银导电开关按图8-26（b）所示向任意方向倾斜时，一旦倾角超过工作角度，则与直电极接触的水银球还会与环电极接触，这等于通过水银球桥接通了直电极和环电极，从而使水银导电开关呈导通状态。可见，只要通过改变这种水银导电开关的“工作角度”，内部两个电极便会通过水银球完成“开”或“关”的动作。

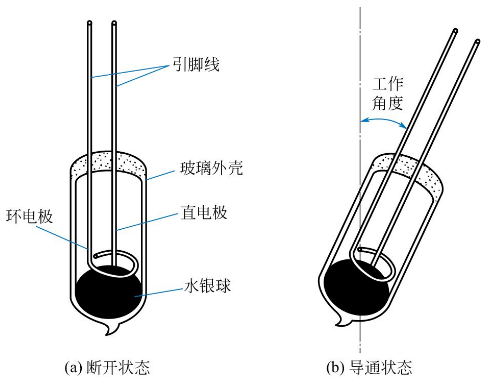


图8-26　KG-205型万向玻璃水银导电开关

与机械开关相比较，水银导电开关有许多特点：

① 由于水银导电开关是密封的，内部的水银和外界是隔绝的，所以它可以在有油、蒸汽、灰尘及腐蚀性气体的恶劣环境条件下使用。

② 由于水银是唯一能在常温下保持液态的金属，它的表面张力和比重都较大，所以只要稍加外力使水银导电开关产生倾斜，就会使水银球发生位移，从而实现开关的通断。

③ 由于水银的导电性较好，所以水银导电开关电极间的接触电阻一般小于100mΩ，具有良好的导通性能。

④ 水银开关允许通过的电流取决于电极的材料，钨丝电极最大允许电流为10A，而普通合金丝最大允许电流一般为1A。

⑤ 电极的通断是液态接触，无任何噪声，并且可以长期可靠地工作。

⑥ 由于水银可以流动，只要加速度达到设定值以上，水银导电开关就可以通或断，因而还可以作为振动的敏感元件使用。

⑦ 体积小，形式多样，且为全密封式器件。

⑧ 结构简单，价格低廉。

E可选用JAG-3型常开触点干簧管。小磁铁可用φ 18型（尺寸：18mm× 5mm×6.2mm），亦可拆自废旧磁性铅笔盒或柜橱用磁性碰锁。

RL宜选用MG44-03型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的普通光敏电阻器来直接代用。

R1、R2均用RTX-1/8W型碳膜电阻器，标称阻值分别为30kΩ和220Ω。C用CD11-10V型电解电容器，标称容量为100μF。

B用φ 57mm以内、阻抗是8Ω、额定功率≥0.25W的小口径动圈式扬声器。H用市售手电筒常用的3.8V、0.3A小电珠。SA用CKB-1型单刀双掷微型拨动开关。XS用CKX2-3.5型耳塞机用插孔，XP配套用CSX2-3.5型插头。G用三节5号干电池串联而成，电压4.5V。

8.9.3　制作与使用

如图8-27所示为该老人多用途报警手杖的印制电路板接线图。印制电路板用刀刻法制作，实际尺寸约为40mm×25mm。晶体三极管VT1可直接插焊在模拟声集成电路A的小印制电路板上。A的小印制电路板则通过4根长约6mm的元器件剪脚线插焊在电路板上。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿模拟声集成电路A内部CMOS电路。

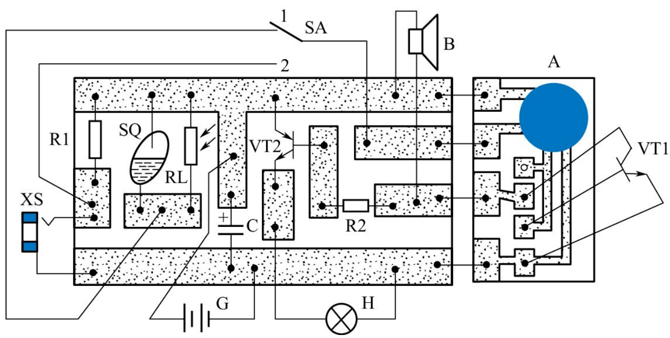


图8-27　老人多用途报警手杖印制电路板接线图

焊接好的电路机芯（磁控开关及插头XP除外）按照图8-28所示，全部装入一个普通空心手杖（如竹制或硬塑料管制手杖）内。手杖顶端分别

开孔伸出小电珠H、开孔固定功能选择开关SA，并要求为小电珠H装上红色透光保护罩；手柄前端固定扬声器B，并在其下方为光敏电阻器RL开出感光窗口，要求分别为扬声器B加装上释音良好的保护壳体、为光敏电阻器RL配上遮光罩（实为一黑色橡皮塞），要求遮光罩装卸灵活。手杖里侧适当位置处开孔固定插孔XS。需要注意的是，水银导电开关SQ在手杖内安装时应像如图8-26（a）所示的那样竖立固定，其安装角度直接影响求助报警的灵敏度。手柄应做成可拆卸式，以方便更换干电池G。

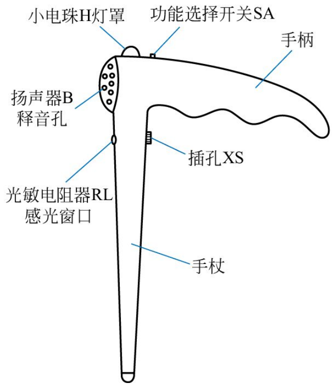


图8-28　老人多用途报警手杖外形图

制成的报警手杖，电路无需任何调试，便可投入使用。手杖每次用毕后，都应竖立放置，并且将功能选择开关SA拨至位置“1”。在家中用于防盗报警时，功能选择开关SA应拨至位置“2”，磁控开关的具体安装方法应根据实际情况而确定，下面仅向读者介绍几种典型安装方法：

① 当用于门窗或抽屉的防盗报警时，可将小磁铁固定在门窗或抽屉的移动边沿上，干簧管E则固定在框边对应处，要求位置选择得既隐蔽又报警灵敏。干簧管E的两根引线尽量以隐蔽方式通过插头XP与手杖相连。

② 当用于彩电（或其他贵重物品）的防盗报警时，可将小磁铁用强力胶粘贴在电视机的底座下面（注意远离荧屏）空闲位置处，在放置电视机的桌（柜、台）下选择最能有效地使干簧管E两触点可靠吸合的位置固定干簧管E。最后，将干簧管引线通过插头XP与远处（如卧室等）的报警手杖相接即成。

③ 如果要同时防护多台家用电器等，可根据需要选用数组干簧管及对应小磁铁，按照上面介绍的方法安装好以后，通过导线将所有干簧管串联起来，再将首、尾引线通过插头XP与报警手杖相接。还可在家里所有门窗上都安上小磁铁及对应干簧管，构成家庭简易防盗系统，不论小偷撬门还是破窗入室作案，均会引发手杖报警声。